

**GEOLOGI DAN PENGARUH LINGKUNGAN PENGENDAPAN
TERHADAP KETEBALAN LAPISAN BATUBARA,
DI FORMASI BALIKPAPAN, DESA TEPOK,
KECAMATAN LOA JANAN, KABUPATEN KUTAI
KARTANEGARA, KALIMANTAN TIMUR**

SKRIPSI

OLEH:

SERVIANUS BERNABAS META

NIM : 111.070.081



**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
YOGYAKARTA**

2011

**GEOLOGI DAN PENGARUH LINGKUNGAN PENGENDAPAN
TERHADAP KETEBALAN LAPISAN BATUBARA,
DI FORMASI BALIKPAPAN, DESA TEPOK,
KECAMATAN LOA JANAN, KABUPATEN KUTAI
KARTANEGARA, KALIMANTAN TIMUR**

SKRIPSI

OLEH :

SERVIANUS BERNABAS META

NIM : 111 070 081

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Geologi

Yogyakarta, 17 Oktober 2011

Menyetujui,

Pembimbing I

Dr. Ir. Bambang Kuncoro, MT
NIP : 19590226 199103 1 001

Pembimbing II

Ir. Pontjomojono K. M.T.
NIP. 19600724 198803 1 001

Mengetahui,

Ketua Prodi



Dr. Sugeng Raharjo, MT

NIP. 19581208 199203 1 001

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua yang dengan setulus hati membesarkan, merawat dan mendukung selama masa kuliah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ingin penulis sampaikan kepada :

1. Allah Bapa di Surga yang telah memberikan kasih serta perlindungannya
2. *Jesus Christ* yang selalu memberikan bimbingan dan anugrahnya
3. Bapak Maximus Hamid dan Ibu Maria Tima, yang selalu memberikan semangat dan doa-doa untuk keberhasilan anak-anaknya, serta keempat kakak yang selalu memberikan dukungan.
4. Bapak Dr. Ir. Bambang Kuncoro, MT dan Ir. Pontjomojono K, M.T, sebagai dosen pembimbing.
5. Staf pengajar di lingkungan Prodi Teknik Geologi
6. Adrean Novadhani, Alison Hutapea, Akhmad Fajar, Hidayat Purnama, Muhammad Idham Tito, Leonardo Manik, Hari Susanto, Tri Firdiansyah, Rahmad Indra Dharmawan, Arya Prasetyadi, Francisco C.Tilman, Josh Piadade, Theresa Ere Anggo, Veronika Hendrika Kia, C. Dina Kumaladewi, Guruh Triyadiyoga, Stev N. Jati, Yucko Yogatasma, Putra, Ari, Apek, Alfons, Jihan, Maria A. Kefi, Atan Huda
7. Pangea 2007.
8. Dan semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

**GEOLOGI DAN PENGARUH LINGKUNGAN PENGENDAPAN TERHADAP
GEOMETRI LAPISAN BATUBARA, DI FORMASI BALIKPAPAN,
DESA TEPOK, KECAMATAN LOA JANAN, KABUPATEN KUTAI
KARTANEGARA, PROPINSI KALIMANTAN TIMUR**

OLEH :
SERVIANUS BERNABAS META
111 070 081

ABSTRAK

Lokasi daerah telitian secara administratif terletak di daerah Tanah Merah, Kecamatan Loa Janan, Kabupaten Kutai Kartanegara, Propinsi Kalimantan Timur. Secara astronomis terletak antara $S0^{\circ} 46' 24.8''$ - $S0^{\circ} 47' 29.9''$, $E117^{\circ} 4' 35$ - $E117^{\circ} 5' 55.9''$, dengan luas 2 km x 2,5 km.

Bentuklahan di daerah penelitian dapat dibagi menjadi 4 (empat) satuan bentuklahan, yaitu: perbukitan homoklin (S1), dataran bekas rawa (F1), dan tubuh sungai (F2). Daerah penelitian memiliki pola pengaliran subdendritik. dengan stadia geomorfologinya dewasa.

Stratigrafi daerah telitian dapat dibagi menjadi 4 satuan. Pada Miosen Tengah-Akhir diendapkan Satuan batupasir Balikpapan dan Satuan batupasir pembawa lapisan batubara Balikpapan. Satuan batupasir Balikpapan yang diendapkan pada lingkungan *transitional lower delta plain*. Secara selara diendapkan di atasnya Satuan batupasir pembawa lapisan batubara Balikpapan pada lingkungan *transitional lower delta plain*. Lalu pada Miosen Akhir-Pliosen, diendapkan secara selaras di atas satuan sebelumnya Satuan batupasir Kampungbaru pada lingkungan *transitional lower delta plain*. Kemudian diendapkan satuan endapan aluvial secara tidak selaras di atas semua satuan sebelumnya. Struktur geologi yang ada di daerah telitian adalah struktur homoklin.

Di daerah telitian, lingkungan pengendapan *transitional lower delta plain* dengan fasies *swamp* secara lateral membentuk lapisan batubara dengan ketebalan yang relatif sama. Selain itu, juga terjadi penipisan ketebalan lapisan batubara akibat *washour* dari *channel*.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAM AN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	5
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	6
1.5 Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian.....	6
1.6 Hasil Penelitian	7
1.7 Manfaat Penelitian.....	8
BAB 2 METODOLOGI PENELITIAN	9
2.1 Metodologi.....	9
2.1.1 Akusisi Data.....	10
2.1.2 Analisis Data.....	10
2.1.3 Sintesis.....	13
2.2. Kajian Pustaka.....	14
BAB 3 TINJAUAN GEOLOGI	16
3.1 Fisiografi.....	16
3.2. Stratigrafi.....	17
3.2.1 Formasi Pamaluan (Tomp).....	18
3.2.2 Formasi Bebulu (Tmb).....	19
3.2.3 Formasi Pulau Balang (Tmpb).....	20
3.2.4 Formasi Balikpapan (Tmbp).....	21

3.2.5	Formasi Kampung Baru (Tpkb).....	21
3.2.6	Aluvium (Qa).....	22
3.3	Tatanan Tektonik dan Struktur Geologi.....	25
BAB 4 GEOLOGI DAERAH TELITIAN		29
4.1	Geomorfologi Daerah Telitian.....	29
4.1.1	Bentukan Asal Struktural.....	32
4.1.1.1	Satuan Bentuklahan Perbukitan Homoklin (S1).....	32
4.1.2.	Bentukan Asal Fluvial.....	32
4.1.2.1.	Satuan Bentuklahan Dataran Bekas Rawa (F1).....	32
4.1.2.2	Satuan Bentuklahan Tubuh Sungai (F2).....	33
4.1.3	Pola Pengaliran	34
4.1.4	Stadia Geomorfologi	34
4.2.	Stratigrafi	37
4.2.1	Satuan Batupasir Balikpapan	38
4.2.1.1	Ciri Litologi	38
4.2.1.2	Sebaran dan Ketebalan	38
4.2.1.3	Umur	39
4.2.1.4	Lingkungan Pengendapan	39
4.2.1.5	Hubungan Stratigrafi.....	42
4.2.2.	Satuan Batupasir Pembawa Batubara Balikpapan	43
4.2.2.1	Ciri Litologi	43
4.2.2.2	Sebaran dan Ketebalan	43
4.2.2.3	Umur.....	44
4.2.2.4	Lingkungan Pengendapan.....	44
4.2.2.5	Hubungan Stratigrafi	49
4.2.3.	Satuan batupasir Kampungbaru.....	50
4.2.3.1	Ciri Litologi.....	50
4.2.3.2	Sebaran dan Ketebalan.....	51
4.2.3.3	Umur	51
4.2.3.4	Lingkungan Pengendapan.....	52
4.2.3.5	Hubungan Stratigrafi	55

4.2.4 Satuan endapan alluvial	56
4.2.4.1 Ciri Litologi	56
4.2.4.2. Umur.....	56
4.2.4.3. Lingkungan Pengendapan	56
4.2.4.4. Hubungan Stratigrafi	57
4. 3. Struktur Geologi Daerah Telitian.....	57
4. 4. Sejarah Geologi	57
BAB V PENGARUH LINGKUNGAN PENGENDAPAN TERHADAP	61
GEOMETRI LAPISAN BATUBARA	
V.1 Lingkungan pengendapan.....	61
V.1.1 Fasies dan Litofasies.....	61
V.2 Fasies pengendapan lapisan batubara.....	64
V.2.1 <i>Seam</i> 9.....	64
V.2.2 <i>Seam</i> 12.....	66
V.3 Ketebalan batubara.....	68
V.2 Kondisi <i>roof</i> dan <i>floor</i>	71
BAB 5 KESIMPULAN	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta lokasi daerah telitian	7
Gambar 2.1. Diagram alir penelitian.....	9
Gambar 3.1. Kerangka tektonik Pulau Kalimantan	17
Gambar 3.2. Stratigrafi regional Cekungan Kutai	23
Gambar 2.4. Peta geologi regional lembar Samarinda	24
Gambar 3.3 <i>Tectonic Setting</i> Cekungan Kutai (Guntoro, 1998)	26
Gambar 3.4 Pola struktur geologi Cekungan Kutai bagian timur.....	27
(Siemers, 1993)	
Gambar 3.5 Skema dan model pembalikan tektonik (McClay, 2000)....	28
Gambar 4.1 Satuan bentuklahan perbukitan homoklin (S1).....	32
Gambar 4.2 Satuan bentuklahan dataran bekas rawa (F1).....	33
Gambar 4.3 Satuan bentuklahan tubuh sungai (F2).....	34
Gambar 4.4. <i>Bedrock</i> berupa batubara yang tertutupi oleh soil.....	35
Gambar 4.5 Stratigrafi daerah telitian (Penulis, 2011).....	37
Gambar 4.6 Batupasir dengan struktur masif.....	40
Gambar 4.7 Batupasir dengan struktur <i>wavy lamination carbonan</i>	41
Gambar 4.8 Batulempung dengan struktur masif.....	41
Gambar 4.9 Kontak satuan batupasir Balikpapan dengan satuan	42
batupasir pembawa lapisan batubara Balikpapan.	
Gambar 4.10 Batupasir dengan struktur masif.....	45
Gambar 4.11 Batupasir dengan struktur <i>wavy lamination carbonan</i>	45
Gambar 4.12 Batulanau dengan struktur <i>lenticular</i>	46
Gambar 4.13 Batupasir dengan struktur <i>through cross lamination</i>	47
Gambar 4.14 Batupasir kuarsa dengan struktur <i>gradated bedding</i>	47
Gambar 4.15 Batulempung dengan struktur masif.	48
Gambar 4.16 Batulempung berasosiasi dengan batubara.....	49
Gambar 4.17 Kontak satuan batupasir Balikpapan dengan.....	50
Satuan batupasir Kampungbaru	
Gambar 4.18 Batupasir dengan struktur masif.....	52

Gambar 4.19 Batupasir dengan struktur <i>wavy lamination</i>	53
Gambar 4.20 Batupasir dengan struktur <i>planar cross bedding</i>	54
Gambar 4.21 Batupasir dengan struktur <i>through cross lamination</i>	54
Gambar 4.22 Batulempung dengan struktur masif.	55
Gambar 4.23 Satuan endapan alluvial.....	56
Gambar 4.24 Proses pembentukan Satuan batupasir Balikpapan.....	58
Gambar 4.25 Proses pembentukan Satuan batupasir pembawa.....	58
lapisan batubara	
Gambar 4.26 Proses pembentukan Satuan batupasir Kampungbaru	59
Gambar 4.27 Ketiga satuan diatas mengalami terkena aktivitas tektonik.	59
Gambar 4.28 Akibat aktivitas tektonik terbentuklah struktur antiklin.....	60
Gambar 4.29 Pembentukan endapan aluvial.....	60
Gambar 5.1. Korelasi <i>seam</i> 10.....	70
Gambar 5.2 Kontak menggerus pada <i>roof</i> batubara LP.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Posisi penelitian terhadap peneliti-peneliti sebelumnya.....	3
Tabel 2.1 Klasifikasi lereng menurut Zuidam (1983).....	12
Tabel 2.2 Klasifikasi bentang alam menurut Zuidam (1983).....	12
(dalam Hindartan dan Handayana, 1994).	
Tabel 4.1. Klasifikasi kemiringan lereng (Van Zuidam, 1983).....	29
Tabel 4.2 Karakteristik bentuklahan daerah telitian	31
Tabel 5.1 Karakteristik dan litofasies endapan Miosen Delta Mahakam .	64
(Modifikasi Penulis dari Payenberg, 2003).	
Tabel 5.2 Data ketebalan pada <i>seam</i> 9 dan 12	80
Tabel 5.3 Tabel variasi ketebalan lapisan batubara	81

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batubara adalah bahan bakar hydro-karbon yang terbentuk dari tumbuhan dalam lingkungan bebas oksigen dan terkena pengaruh panas serta tekanan yang berlangsung lama sekali. Secara garis besar batubara terdiri dari zat organik, air dan bahan mineral. Menurut Sukandarummidi (1995), batubara terbentuk dengan cara yang sangat komplek dan memerlukan waktu yang lama (puluhan sampai ratusan juta tahun) di bawah pengaruh fisika, kimia, maupun geologi. Batubara dapat diklasifikasikan menurut tingkatan yaitu lignit, sub bituminous, bituminous dan antrasit.

Pembentukan endapan batubara yang terdapat di Indonesia umumnya terjadi dalam zaman Tersier dan diantaranya dapat dibedakan dua kelompok yang menonjol, yaitu batubara yang berasal dari zaman Eosen (± 50 juta tahun) umumnya bermutu lebih tinggi dan tergolong sub-bituminous serta bituminous dan yang bersal dari zaman Miosen (± 40 juta tahun) yang umumnya terdiri dari lignit atau sub-bituminous dengan nilai kalori lebih rendah dan kadar air cenderung tinggi.

Penyebaran endapan batubara di Indonesia cukup meluas baik di Indonesia bagian barat maupun Indonesia bagian timur. Kebanyakan terdapat di cekungan-cekungan batubara pada beberapa tempat di Pulau Sumatera dan Pulau Kalimantan, seperti Cekungan Sumatera Selatan, Cekungan Kutai, Cekungan Barito dan sebagainya.

Kenyataan di lapangan lapisan batubara dijumpai dalam sebaran yang tidak teratur, tidak menerus, menebal dan menipis, terpisah dan melengkung dengan geometri yang bervariasi.

Secara geometri, lapisan batubara hadir dengan ketebalan seragam, tetapi ada pula yang mengalami penebalan dan penipisan. Lapisan batubara ada yang miring atau horizontal, menerus dan tidak menerus bahkan terpatahkan. Pengertian kemiringan, selain besarnya kemiringan lapisan juga masih perlu

dijelaskan: apakah pola kemiringan lapisan batubara tersebut bersifat menerus dan sama besarnya sepanjang *cross strike* maupun *on strike* atau hanya bersifat setempat. Apakah pola kemiringan lapisan batubara tersebut membentuk pola linier, pola lengkung, atau pola luasan (areal). Demikian halnya dengan kemenerusan, selain jarak kemenerusan, maka faktor pengendalinya juga perlu diketahui, yaitu apakah kemenerusannya dibatasi oleh proses pengendapan, *split*, sesar, intrusi, atau erosi.

Kuncoro (2000), mengatakan apabila kita ingin mencari endapan batubara yang memiliki cadangan ekonomis dan melibatkan parameter kualitas, kerekayaan tambang, ekonomi, lingkungan hidup, hukum, dan pemanfaatannya, maka masalahnya akan menjadi kompleks. Oleh karena itu, pemahaman mengenai geometri lapisan batubara menjadi penting. Dengan memahami secara baik aspek geometri lapisan batubara, selanjutnya akan menunjang di dalam perhitungan cadangan, arahan untuk perencanaan tambang, dan merupakan salah satu pertimbangan apabila ingin memutuskan untuk mengembangkan suatu industri pertambangan batubara. Menurut Kuncoro (2000), Geometri lapisan batubara merupakan aspek dimensi atau ukuran dari suatu lapisan batubara yang meliputi parameter ketebalan, kemiringan, kemenerusan, keteraturan, sebaran, bentuk, kondisi *roof* dan *floor*, *cleat*, dan pelapukan. Geometri lapisan batubara berhubungan atau dipengaruhi oleh faktor lingkungan pengendapan, proses tektonik yang berlangsung. Kedua faktor tersebut di atas dicerminkan oleh proses-proses geologi, yaitu:

1. Proses geologi yang berlangsung bersamaan dengan pembentukan batubara (*syn-depositional*): perbedaan kecepatan sedimentasi dan bentuk morfologi dasar pada cekungan, pola struktur yang sudah terbentuk sebelumnya, dan kondisi lingkungan saat batubara terbentuk.
2. Proses geologi yang berlangsung setelah lapisan batubara terbentuk (*post-depositional*): adanya sesar, erosi oleh proses-proses yang terjadi di permukaan, atau terobosan batuan beku (intrusi).

Oleh karena itu, untuk memahami geometri lapisan batubara, maka diperlukan suatu pemahaman yang mendalam mengenai kedua proses geologi di atas.

Ketebalan sangat berpengaruh dalam perhitungan cadangan serta proses produksi batubara. Lapisan batubara mempunyai ketebalan yang bervariasi, dan kadang pada jarak yang pendek atau dekat sekalipun. Faktor utama yang menyebabkan variasi ini adalah kondisi cekungan dan lingkungan pengendapan tempat terbentuknya batubara tersebut.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai geologi dan pengaruh lingkungan pengendapan terhadap ketebalan lapisan batubara di formasi Balikpapan, Desa Tepok, Kec. Loa Janan, Kab. Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur.

1.2 Rumusan Masalah

Di bawah ini adalah ringkasan posisi penelitian ini terhadap hasil penelitian-penelitian sebelumnya,

Tabel 1.1 Posisi penelitian terhadap peneliti-peneliti sebelumnya

No	Peneliti	Geologi		Lingkungan Pengendapan	Tektonik Cekungan Kutai	Geometri Batubara			
		Regional	Lokasi Daerah Loajan			Ketebalan	Kemenerusan	Kemiringan	Kondisi <i>roof & floor</i>
1.	S Supriatna, dkk, 1995,								
2.	KBM, Samarinda								
3.	Samuel & Muchsin, 1975)								
4.	Kuncoro, 2000								
5.	Jeremic, 1985								
6.	Nouval, 2010								
7.	M. Iqbal								
7.	Maria A. Kefi, 2011								
8.	Servianus B. Meta								

Keterangan : : Sudah diteliti : Menghubung-hubungkan

Berdasarkan hasil penelitian dari beberapa peneliti terdahulu, maka tampak jelas permasalahan penting yang belum dirumuskan yaitu :

1. Menghubung-hubungkan pengaruh lingkungan pengendapan terhadap ketebalan lapisan batubara.

Untuk menjawab dua permasalahan tersebut di atas maka, ada empat pertanyaan penelitian pokok yang harus dijawab.

1. Bagaimana kondisi geologi di daerah telitian?

Petanyaan masalahnya adalah:

- a. Bagaimana bentuklahan daerah telitian?
- b. Bagaimana stratigrafi daerah telitian?
- c. Bagaimana lingkungan pengendapan daerah penelitian?
- d. Apa saja struktur geologi pada daerah telitian?

2. Apa dan bagaimana ketebalan lapisan batubara itu?

Pertanyaan masalahnya adalah :

- a. Apa itu ketebalan lapisan batubara?
- b. Apa saja faktor yang mempengaruhi ketebalan lapisan batubara?
- c. Bagaimana hubungan antara faktor tersebut dengan ketebalan lapisan batubara?

3. Bagaimana pengaruh lingkungan pengendapan terhadap ketebalan lapisan batubara?

- a. Bagaiman ketebalan suatu lapisan batubara batubara secara lateral?
- b. Proses-proses apa saja yang mempengaruhi ketebalan lapisan batubara?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kondisi geomorfologi, stratigrafi dan struktur geologi daerah penelitian.
2. Menghimpun data geometri lapisan batubara pada seam yang sama, yang terdiri dari data ketebalan lapisan batubara di lokasi daerah telitian.
3. Memenuhi salah satu syarat akademis untuk mendapatkan gelar Strata 1 pada Program Studi Teknik Geologi UPN “Veteran” Yogyakarta.

Berdasarkan perolehan data di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh lingkungan pengendapan terhadap ketebalan lapisan batubara dengan cara menghubungkan-hubungkan lingkungan pengendapan dengan ketebalan dan kondisi *roof-floor* lapisan batubara.
2. Membangun model pengaruh geologi terhadap ketebalan dan kondisi *roof-floor* lapisan batubara daerah telitian dengan cara menghubungkan-hubungkan pengaruh lingkungan pengendapan terhadap ketebalan dan kondisi *roof-floor* lapisan batubara.

1.3.1 Ruang Lingkup Penelitian

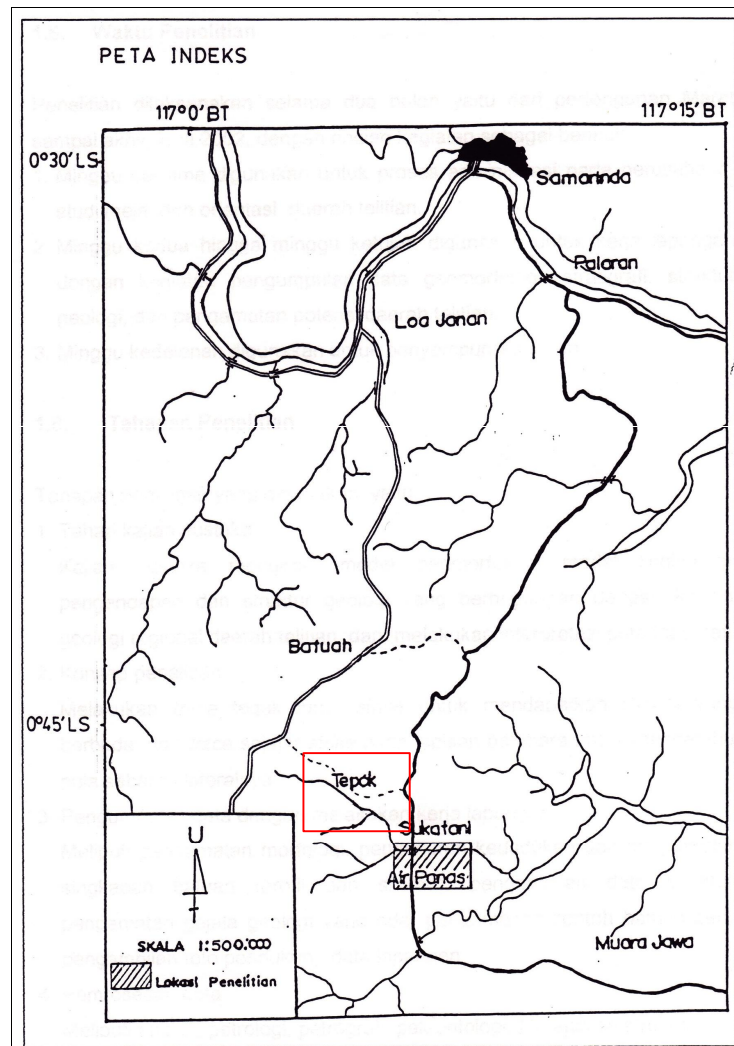
Secara materi, hanya melakukan penelitian tentang geologi daerah setempat yang meliputi geomorfologi, stratigrafi, dan struktur geologi. Selain itu hal yang menyangkut pada topik pembahasan yaitu mengenai pengaruh lingkungan pengendapan terhadap geometri lapisan batubara, berdasarkan parameter ketebalan dan kondisi *roof-floor* lapisan batubara pada seam dilakukan di Satuan batupasir Balikpapan bagian tengah. Peneliti setelah melakukan penelitian, kemudian melakukan analisa yang meliputi analisa geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, dan pengaruh lingkungan pengendapan terhadap geometri lapisan batubara dengan parameter ketebalan dan kondisi *roof-floor* lapisan batubara di daerah telitian tersebut.

1.4 Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian

Lokasi daerah telitian secara administratif terletak di daerah Tanah Merah, Kecamatan Loa Janan, Kabupaten Kutai Kartanegara, Propinsi Kalimantan Timur. Secara astronomis lokasi penelitian terletak antara $S0^{\circ} 46' 24.8''$ - $S0^{\circ} 47' 29.9''$, $E117^{\circ} 4' 35''$ - $E117^{\circ} 5' 55.9''$, dengan luas 2 km x 2,5 km, yang dibatasi bagian utara oleh daerah Sanga-sanga, bagian selatan oleh air Panas, bagian timur oleh Sungai Kamboja dan bagian barat oleh Kilo Delapan RDR.

Pencapaian lokasi daerah telitian dari Yogyakarta adalah sebagai berikut:

1. Bandara Adisutjipto Yogyakarta-Bandara Sepinggan Balikpapan menggunakan pesawat Boeing Mandala Airline dengan waktu tempuh ± 1 jam.
2. Bandara Sepinggan Balikpapan-Samarinda (*Head Office*) menggunakan mobil Avanza dengan waktu tempuh ± 3 jam.
3. Dari kantor pusat menuju lokasi penelitian di daerah Tanah Merah, Kecamatan Loa Janan, menggunakan mobil Strada Mitsubhisi, dengan waktu tempuh $\pm 1,5$ jam.



Gambar 1.1 Kotak merah menunjukan lokasi daerah telitian yang terletak di daerah Tepok, Kecamatan Loa Janan, Kabupaten Kutai Kertanegara.

1.5 Hasil Penelitian

Hasil penelitian berupa :

1.5.1 Peta Lokasi Pengamatan

- Mengetahui lokasi singkapan litologi yang ada di permukaan.
- Mengetahui lokasi struktur geologi yang ada di permukaan.

1.5.2 Peta Geomorfologi

- a. Mengetahui bentuk asal dan bentuklahan daerah telitian.
- b. Mengetahui hubungan bentuklahan dan satuan batuan di daerah telitian.
- c. Mengetahui hubungan bentuklahan dan struktur geologi di daerah telitian.

1.5.3. Penampang Stratigrafi Terukur dan Profil

- a. Mengetahui litofasies yang berkembang di daerah telitian.
- b. Mengetahui fasies yang berkembang di daerah telitian.
- c. Mengetahui lingkungan pengendapan yang berkembang di daerah telitian.

1.5.3 Peta Geologi

- a. Mengetahui litologi dan penyebaran dari setiap satuan batuan.
- b. Mengetahui hubungan stratigrafi dari setiap satuan batuan.

1.5.4 Geometri lapisan batubara berupa korelasi Profil

- a. Mengetahui pengaruh lingkungan pengendapan terhadap geometri lapisan batubara.
- b. Membuat model pengaruh lingkungan pengendapan terhadap geometri lapisan batubara.

I.6 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bisa memberikan manfaat dalam berbagai bidang, diantaranya :

1.6.1 Manfaat keilmuan.

Manfaat penelitian dalam bidang keilmuan adalah :

- 1. Menambah pemahaman mengenai kegiatan pemetaan geologi.
- 2. Menambah pemahaman mengenai kondisi geologi suatu daerah.

3. Menambah pemahaman mengenai ketebala lapisan batubara serta faktor-faktor yang mempengaruhinya.

1.6.1 Manfaat bagi Perusahaan

Manfaat penelitian ini bagi Perusahaan adalah :

1. Menambah dan melengkapi data-data lapangan yang telah ada sebelumnya.
2. Memberikan informasi mengenai geometri lapisan batubara
3. Memberikan masukan baik dalam kegiatan eksplorasi maupun eksploitasi.

BAB 2

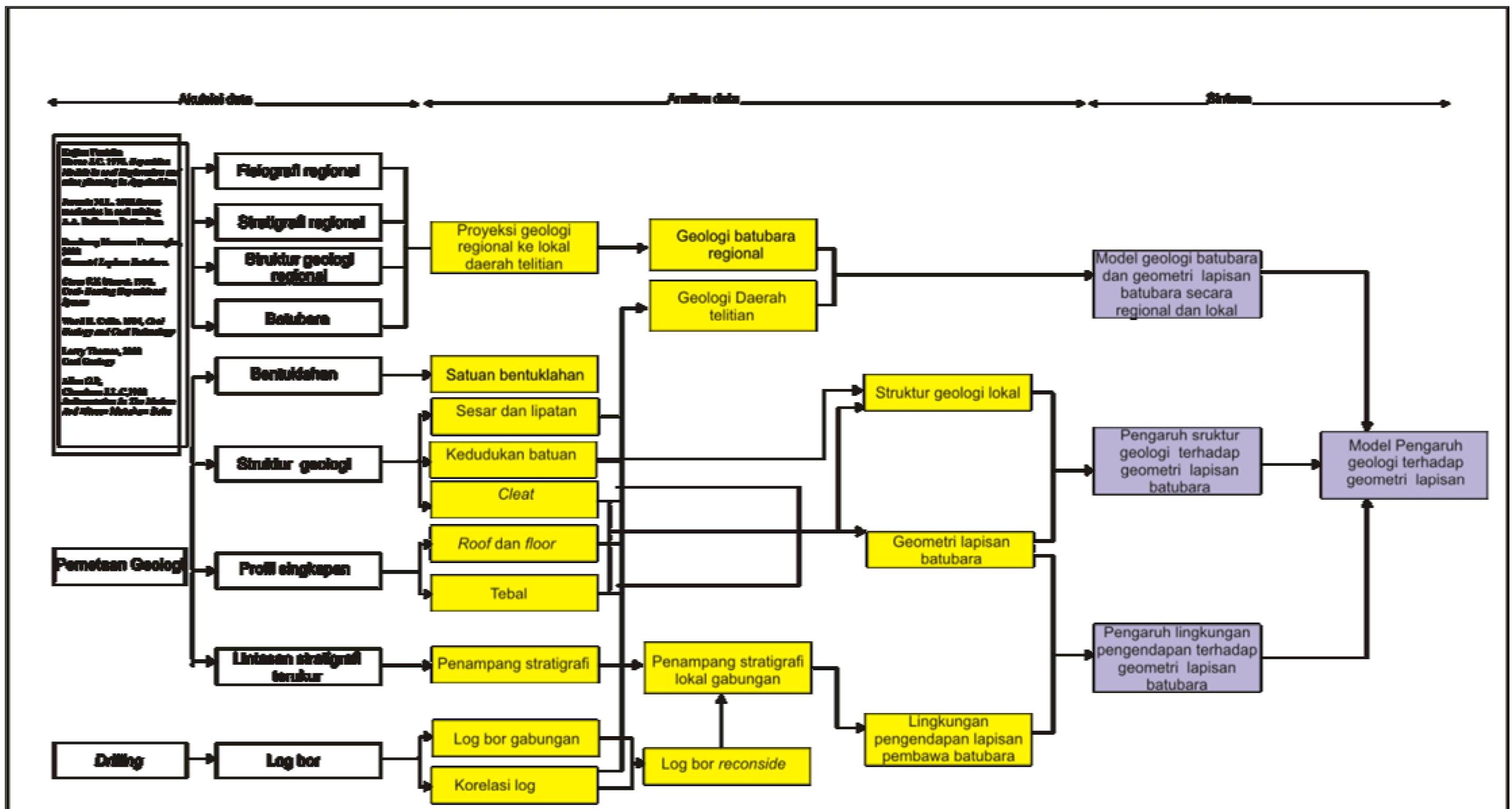
METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metodologi

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode guna mendukung penelitian. Adapun metode itu terdiri dari studi pustaka dan regional, dilanjutkan Pemetaan geologi guna mengetahui kondisi geologi, yang diikuti dengan kerja studio. Tahapan metode tersebut terdiri dari:

1. Akusisi merupakan perolehan data awal atau bahan-bahan yang dipakai sebagai dukungan penelitian ini yaitu kajian pustaka, pemetaan geologi, pengeboran, dan pemercontohan
2. Analisis merupakan penelaahan dan penguraian atas data hingga menghasilkan simpulan akhir
3. Sintesa merupakan hasil dari analisis sehingga menjadi kesatuan yang selaras dalam membangun model yang didapatkan.

Metode penelitian ini dicerminkan pada diagram alir berikut ini.



Gambar 2.1. Diagram alir penelitian

Alasan penelitian ini adalah agar mengetahui model pengaruh lingkungan pengendapan terhadap ketebalan dan kondisi *roof-floor* lapisan batubara. Sistematisa kerja dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

2.1.1 Akusisi Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder.

Perolehan data primer terdiri atas:

1. Studi pustaka :
 - a. Fisiografi regional
 - b. Stratigrafi regional
 - c. Geologi struktur regional
 - d. Batubara
2. Pemetaan geologi
 - a. Pengamatan geomorfologi
 - b. Pengamatan singkapan
 - c. Lintasan stratigrafi terukur
 - d. Pengukuran kedudukan struktur geologi

Perolehan data sekunder :

1. Pemercontohan (*sampling*)
 - a. Contoh singkapan (*channel sampling*)
 - b. Data log bor

2.1.2 Analisis Data

Tahapan analisis data terdiri atas:

1. Analisis bentuklahan

Dasar pembagian bentuklahan daerah telitian menggunakan klasifikasi Verstapen (1985), yaitu:

 - a. Morfologi

Terdiri dari:

Ø Morfografi

Morfografi adalah susunan objek alami yang ada di permukaan bumi, bersifat pemerian atau deskriptif suatu bentuklahan, antara lain lembah, bukit, perbukitan, dataran, punggung, tubuh sungai, kipas alluvial dan lain-lainnya.

Ø Morfometri

Morfometri merupakan pembagian kenampakan geomorfologi yang didasarkan pada aspek-aspek kualitatif dari suatu daerah seperti kelerengan, pola lereng, ketinggian, relief, bentuk lembah, tingkat erosi atau pola pengaliran.

b. Morfogenesis

Morfogenesis adalah asal-usul pembentukan dan perkembangan bentuklahan serta proses-proses geomorfologi yang terjadi, dalam hal ini struktur geologi, litologi penyusun, dan proses geomorfologi merupakan hal-hal yang perlu diperhatikan. Morfogenesis meliputi :

1. Morfostruktur pasif yang merupakan bentuklahan yang diklasifikasikan berdasarkan tipe batuan maupun struktur batuan yang ada kaitannya dengan denudasi .
2. Morfostruktur aktif, berupa tenaga eksogen seperti pengangkatan, perlipatan, dan pensesaran atau bentuklahan yang berkaitan erat dengan hasil kerja gaya endogen.
3. Morfodinamik, berupa tenaga endogen yang berhubungan dengan tenaga air, es, gerakan masa dan kegunungapian atau bentuklahan yang berkaitan erat dengan hasil kerja gaya eksogen (air, es, angin, dan gerakan tanah).

c. Morfoasosiasi

Morfoasosiasi merupakan kaitan antara bentuklahan satu dengan bentuklahan yang lain dalam susunan keruangan atau sebarannya di permukaan bumi.

Penggolongan satuan geomorfologi yang didasarkan pada kelerengan dan relief mengacu pada klasifikasi Zuidam (1983), dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi lereng menurut Zuidam (1983)

No	Klasifikasi Deskripsi	% Lereng	Relief (m)
1.	Datar – hampir datar	0 – 2	< 5
2.	Topografi bergelombang lemah	3 – 7	5 – 50
3.	Topografi lereng/bergelombang kuat	8 – 13	12 – 75
4.	Topografi menengah curam/berbukit	14 – 20	50 – 200
5.	Topografi curam/berbukit-terajam curam	21 – 55	200 – 500
6.	Topografi sangat curam/pegunungan– terajam curam	56 – 140	500 – 1000
7.	Pegunungan/topografi sangat-sangat curam	> 140	> 1000

Pembagian morfogenesis didasarkan atas kontrol utama pembentuknya atau proses geologi, yang mengacu pada klasifikasi Zuidam (1983) yang membagi satuan geomorfologi menjadi 8 satuan, untuk setiap satuan dicantumkan kode huruf, untuk sub-satuan dengan penambahan angka di belakang. Pembagian satuan geomorfologi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Klasifikasi bentang alam menurut Zuidam (1983)
(dalam Hindartan dan Handayana, 1994)

Kode	Satuan bentang alam
S	Satuan bentangalam struktural
V	Satuan bentangalam volkanik
D	Satuan bentangalam denudasional
M	Satuan bentangalam marine/pantai
F	Satuan bentangalam fluvial
G	Satuan bentangalam glasial
K	Satuan bentangalam karst
E	Satuan bentangalam eolian

2. Analisis profil singkapan

Profil singkapan dibuat dengan cara melakukan pengukuran langsung di lapangan, kemudian diolah dalam bentuk gambar berskala. Profil singkapan dibuat untuk menafsirkan lingkungan pengendapan dan sub-lingkungan pengendapan secara lebih jelas, serta untuk menginterpretasikan proses-proses/keadaan yang terjadi yang dapat mempengaruhi geometri lapisan batubara yang dianalisa.

3. Analisis penampang stratigrafi lintasan

Penampang stratigrafi didapatkan dengan memasukkan data lapangan kedalam bentuk gambar dengan menggunakan skala, dan menganalisa lapisan batuan yang ada untuk menafsirkan lingkungan pengendapan

4. Analisis petrografi

Analisa petrografi dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan data jenis-jenis maseral sehingga dapat diketahui lingkungan pengendapan.

5. Analisa ketebalan

Ketebalan dapat diketahui dengan membuat profil singkapan batubara. Profil singkapan dibuat dengan cara melakukan pengukuran langsung di lapangan dan mengolah data yang didapatkan kedalam bentuk gambar dengan menggunakan skala.

6. Analisa kondisi *roof-floor*

Analisa kondisi *roof* dan *floor* dilakukan dengan pengamatan secara detail pada setiap singkapan batubara, dengan membuat profil secara detail pula

2.1.3 Sintesis

Setelah keseluruhan analisis dilakukan, selanjutnya dilakukan sintesis, yaitu :
Pengaruh lingkungan pengendapan terhadap geometri lapisan batubara

Berdasarkan pengaruh lingkungan pengendapan maka dibangun model pengaruh lingkungan pengendapan terhadap ketebalan dan kondisi *roof-floor* lapisan batubara, dengan cara menghubungkan-hubungkan pengaruh lingkungan pengendapan terhadap ketebalan dan kondisi *roof-floor* lapisan batubara.

2.2. Kajian Pustaka

Peneliti melakukan kajian pustaka untuk menunjang penelitian. Berdasarkan kajian pustaka, peneliti mengkaji dari beberapa kajian pustaka yang terpilih terdiri dari: Ott (1987): mengadakan penelitian mengenai sejarah perkembangan struktur geologi Cekungan Kutai. Dari penelitian Ott disebutkan struktur geologi yang berkembang di Cekungan Kutai secara regional merupakan bagian kerangka tektonik daerah Kalimantan Timur, bahwa struktur di Cekungan Kutai dipengaruhi oleh proses pengangkatan Tinggian Kuching akibat subduksi di Laut Cina Selatan yang mengakibatkan terbentuknya struktur lipatan, salah satunya adalah Antiklinorium Samarinda dengan arah sumbu relatif timur laut-barat daya, dan daerah telitian termasuk didalamnya.

1. Samuel dan Muchsin (1975): menyatakan bahwa secara tektonik Cekungan Kutai terpisah dari Cekungan Tarakan oleh Punggungan Mangkalihat di bagian utara, di bagian barat di batasi oleh Tinggian Kuching berumur Pra-Tersier yang merupakan inti dari benua Kalimantan. Cekungan ini terpisah dari dari Cekungan Barito di bagian selatan oleh Punggungan Paternoster. Di bagian timur, cekungan ini terbuka sampai Selat Makasar tempat sedimen-sedimen tertransport dan diendapkan. Adanya gerakan pemisahan dari Kalimantan dan Sulawesi pada akhir Kapur hingga Paleogen Awal menyebabkan terbentuknya Cekungan Kutai.
2. Supriatna dan Rustandi (1981), melakukan pemetaan geologi pada daerah telitian secara regional dan membagi Cekungan Kutai menjadi 3 fisiografi yaitu, dataran rawa, Pegunungan Antiklinorium Samarinda dan Dataran Delta Mahakam. Daerah telitian termasuk dalam Pegunungan Antiklinorium Samarinda.
3. Ott (1987): mengadakan penelitian mengenai sejarah perkembangan struktur geologi Cekungan Kutai. Dari penelitian Ott, disebutkan struktur geologi yang berkembang di Cekungan Kutai secara regional merupakan bagian kerangka tektonik daerah Kalimantan Timur, bahwa struktur di Cekungan Kutai dipengaruhi oleh proses pengangkatan Tinggian Kuching akibat subduksi di Laut Cina Selatan yang mengakibatkan terbentuknya struktur lipatan, salah satunya adalah Antiklinorium Samarinda dengan arah sumbu relatif timurlaut-baratdaya, dan daerah telitian termasuk didalamnya.

Berdasarkan kajian pustaka, maka diperoleh:

1. Daerah telitian termasuk dalam Cekungan Kutai yang terbentuk karena adanya gerak pemisahan dari dari pulau Kalimantan dan Sulawesi yang terjadi pada Akhir Kapur-awal Paleogen.
2. Daerah telitian berupa perbukitan dan punggungan yang relatif berarah timurlaut-baratdaya yang merupakan bagian dari Antiklinorium Samarinda.

BAB 3

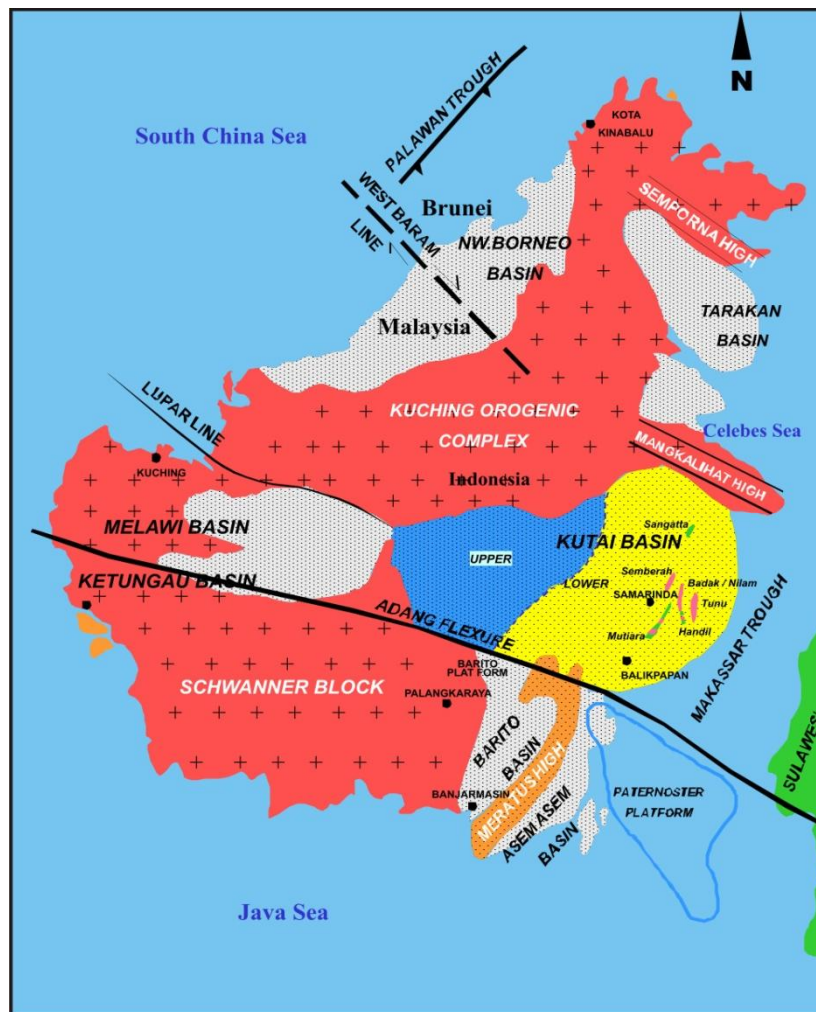
TINJAUAN GEOLOGI

3.1 Fisiografi

Van Bemmelen (1949), mengelompokkan fisiografi Pulau Kalimantan menjadi 5 zona, yang meliputi : Zona Cekungan Kutai, Zona Tinggian Kuching, Zona Blok Schwaner, Zona Cekungan Pasir Selatan dan Zona Blok Paternosfer.

Dari barat ke timur Cekungan Kutai secara fisiografis dibagi menjadi 3 zona geomorfologi yang memanjang dari utara ke selatan (Nuay, 1985 dalam Rose dan Hartono, 1978) (lihat Gambar 3.1). Zona – zona tersebut meliputi :

- a. Tinggian Danau Kutai (Sinklinorium Danau Kutai), merupakan kompleks sinklinorium dengan lipatan yang cukup kuat dengan perbukitan yang terbentuk karena adanya gaya gravitasi (*Kutai Gravity High*). Zona ini berada di sebelah barat dari daerah Danau Kutai yang berada pada hulu Sungai Mahakam.
- b. Antiklinorium Samarinda, merupakan zona yang terdiri dari perbukitan bergelombang sedang – kuat dan memanjang dengan arah relatif timurlaut – baratdaya. Puncak – puncak bukit dan gunung di zona ini memiliki ketinggian antara 300 – 400 meter yang tersusun seluruhnya oleh batuan sedimen yang membentuk morfologi lembah dan perbukitan bergelombang sedang hingga kuat. Zona ini berada pada bagian tengah dan menempati sebagian besar Cekungan Kutai.
- c. Pada bagian timur adalah kompleks Sinklinorium Delta Mahakam yang membentuk perbukitan lemah sampai dataran delta yang memiliki potensi minyak bumi yang besar dan berkembang terus ke arah timur (BEICIP, 1977).



Gambar 3.1. Kerangka tektonik Pulau Kalimantan
(Nuay, 1985 dalam Rose dan Hartono, 1978)

3.2. Stratigrafi

Sedimen - sedimen Tersier yang diendapkan di Cekungan Kutai bagian timur adalah tebal sekali dengan fasies pengendapan yang berbeda-beda sehingga didalam pustaka -pustaka ditemukan nama-nama formasi endapan yang berbeda satu sama lainnya (lihat Gambar 3.2). Namun demikian, keseluruhan lapisan sedimen memperlihatkan siklus genanglaut – susutlaut seperti halnya cekungan – cekungan lainnya di Indonesia bagian barat (Schlumberger, 1986).

Sedimen Cekungan Kutai telah diendapkan sejak awal Tersier dan mengisi cekungan terus – menerus dari barat ke arah timur. Ketebalan sedimen paling maksimum (pusat pengendapan) mengalami perpindahan ke arah timur secara menerus menurut waktu dan ketebalan maksimum dari sedimen. Pada akhir Miosen hingga Resen terletak pada bagian lepas pantai dari cekungan (Billman dan Kartaadiputra, 1974 dalam Allen, 1998). Paket sedimen terbentuk pada sebuah seri pengendapan. Pengendapan ini berkembang menjadi grup dari formasi pada regresi laut ke arah timur.

Urutan regresif di Cekungan Kutai mengandung lapisan – lapisan klastik deltaik hingga paralik yang mengandung banyak lapisan – lapisan batubara dan lignit, sehingga merupakan kompleks delta yang terdiri dari siklus endapan delta. Tiap siklus dimulai dengan endapan paparan delta (*delta plain*) yang terdiri dari endapan rawa (*marsh*), endapan alur sungai (*channel*), *point bar*, tanggul – tanggul sungai (*natural levees*) dan *crevasse splay*. Di tempat yang lebih dalam diendapkan sedimen *delta front* dan *prodelta*. Kemudian terjadi transgresi dan diendapkan sedimen laut di atas endapan paparan delta. Disusul adanya regresi dan sedimen paparan delta diendapkan kembali di atas endapan *delta front* dan *prodelta*. Siklus – siklus endapan delta ini terlihat jelas di Cekungan Kutai dari Eosen hingga Tersier Muda *prograding* dari barat ke timur. Ditandai oleh pengendapan Formasi Pamaluan, Formasi Bebulu (Miosen Awal – Miosen Tengah), Formasi Balikpapan (Miosen Tengah), Formasi Kampung Baru (Miosen Akhir – Pliosen) dan endapan rawa yang merupakan endapan Kuartar.

Urut – urutan stratigrafinya dari tua ke muda menurut Supiratna, dkk adalah sebagai berikut:

3.2.1 Formasi Pamaluan (Tomp)

Diambil dari nama Kampung Pamaluan, terletak 30 km ke arah barat laut Balikpapan (Leupold dan V.D. Vlerk, 1931, P. Marks, 1961). Fosil – fosil yang dijumpai antara lain : *Globorotalia kugleri*, *Globigerina cipiroensis*, *Globorotalia*

nana, *Globigerina selli*, *Globigerina ampliapertura*, *Globigerina prasaepis*, *Uvigerina hispida*, *Bathysiphon sp.*, *Ammodiscus spp.*, *Cyclammina spp.*, *Sphaeroidina bulloides*. Formasi ini diendapkan pada lingkungan *marine* dan lingkungan pengendapan neritik hingga bathial. Formasi ini berumur Oligosen Akhir – Miosen Awal (N2 – N4) (Samuel, 1982).

Formasi Pamaluan memperlihatkan ciri litologi serpih dengan sisipan batupasir kuarsa dan batubara. Berbeda dengan formasi-formasi sedimen Tersier yang lebih tua, Formasi Pamaluan tersingkap pada daerah yang luas, menempati daerah topografi rendah. Berdasarkan kandungan fosil pada serpih, menunjukkan lingkungan pengendapan litoral – supralitoral. Umurnya tidak lebih tua dari Oligosen. Diatasnya diendapkan batugamping Formasi Bebulu.

Dari litologi penyusun Formasi Pamaluan terlihat bahwa bagian bawah formasi ini diendapkan dalam lingkungan paparan delta (*delta plain*) dengan terdapatnya batubara. Kemudian terjadi transgresi, lingkungan berubah menjadi pantai dengan diendapkannya batugamping Formasi Bebulu yang memiliki hubungan menjemari pada bagian atas Formasi Pamaluan (Supriatna dkk, 1995).

3.2.2 Formasi Bebulu (Tmb)

Formasi Bebulu diambil dari nama Sungai Bebulu, yaitu sebuah sungai kecil yang berada 45 km arah tenggara dari Balikpapan (Umbgrove, 1927), dengan litologi penyusunnya terdiri dari batugamping terumbu dengan sisipan batugamping pasir dan serpih warna kelabu, padat, mengandung foraminifera besar, berbutir sedang.

Setempat batugamping menghablur, terkekar tak beraturan. Serpih, kelabu kecoklatan berselingan dengan batupasir halus kelabu tua kehitaman.

Foraminifera besar yang dijumpai antara lain : *Lepidocyclina sumatraensis* BRADY, *Miogypsina sp.*, *Operculina sp.*, menunjukkan umur Miosen Awal – Miosen Tengah. Lingkungan pengendapan laut dangkal dengan ketebalan sekitar 300 m. Formasi Bebulu tertindih selaras oleh Formasi PulauBalang (Supriatna dkk, 1995).

3.2.3 Formasi Pulau Balang (Tmpb)

Nama Formasi ini diambil dari nama Pulau Balang, yaitu suatu pulau yang berada ± 8 km ke arah timurlaut dari Teluk Balikpapan (Rutten, 1914). Formasi ini dapat dibedakan dari formasi lainnya karena per lapisannya sangat bagus dan relatif resisten terhadap pelapukan dibandingkan formasi – formasi lain, sehingga formasi ini mudah dikenali dari citra satelit.

Menurut Ismoyowati, 1982, Formasi Pulau Balang terdiri dari perselingan antara batupasir dan batulanau dengan sisipan batugamping dan batulempung. Batugamping mengandung foraminifera, fragmen – fragmen *bivalve* dan alga pada sebuah mikritik matriks. Batupasir terdapat pada lapisan yang tipis – tebal dengan struktur *cross bedding* dan *burrow*. Batupasir didominasi oleh mineral kuarsa, berwarna abu-abu terang hingga putih, ada yang rapuh dan keras, setempat karbonatan dengan ukuran butir halus – kasar. Pada bagian bawah dari lapisan ini terdapat sedikit lapisan tipis batupasir dan batubara.

Sedangkan Supriatna dkk, 1995 menyatakan bahwa formasi ini terdiri dari litologi berupa perselingan antara *graywacke* dengan batupasir kuarsa dengan sisipan batugamping, batulempung, batubara dan tuff dasit. Batupasir *graywacke*, kelabu kehijauan, padat, tebal lapisan antara 50 – 100 cm. Batupasir kuarsa, kelabu kemerahan, setempat tufan dan gampingan, tebal lapisan antara 15 – 60 cm. Batugamping, coklat muda kekuningan, batugamping ini terdapat sebagai sisipan dan lensa dalam batupasir kuarsa, tebal lapisan 10 – 40 cm. Batulempung, kelabu kehitaman, tebal lapisan 1 – 2 cm. Setempat berselingan dengan batubara, tebal ada yang mencapai 4 m. Tufa dasit, putih merupakan sisipan dalam batupasir kuarsa.

Kandungan foraminifera besar yang dijumpai antara lain : *Globigerinoides altiaperturus*, *Globigerinoides diminutus*, *Lepidocyclina (N) sumatraensis*, *Lepidocyclina (N) angulosa*, *Flosculinella bontangensis*, *Flosculinella globosa*, *Robulus inornatus*, *Bulimina sp.*, *Trochammina sp.*, *Nonion sp.*, *Eponides ropandus*, *Amphistegina papillosa*, *Brizalina limbata*. Pada bagian bawah formasi ini diendapkan pada lingkungan *inner neritic* dengan pengaruh deltaik – paralik dan pada bagian atas formasi diendapkan dengan lingkungan laut terbuka (*middle neritic*)

dengan kisaran umur N5 – N7 (Miosen Awal) dan kemungkinan dapat lebih muda. (Ismoyowati, 1982).

Di Sungai Loa Haur mengandung foraminifera besar antara lain *Austrotrilina howchini*, *Borelis sp.*, *Lepidocyclina sp.*, *Miogypsina sp.*, menunjukkan umur Miosen Tengah dengan lingkungan pengendapan laut dangkal. (Supriatna dkk, 1995).

Ditemukannya fragmen batubara pada batuan yang ada pada formasi ini menunjukkan bahwa adanya pengangkatan di daerah barat dimana endapan batubara berumur tua tererosi yang kemudian diendapkan kembali pada Formasi Pulau Balang. Pengangkatan ini menyebabkan terjadinya *prograding* delta ke timur pada Miosen Tengah.

3.2.4 Formasi Balikpapan (Tmbp)

Formasi Balikpapan terdiri dari beberapa siklus endapan delta yang disusun oleh litologi yang terdiri dari perselingan batupasir dan lempung dengan sisipan lanau, serpih, batugamping dan batubara. Batupasir kuarsa, putih kekuningan, tebal lapisan 1 – 3 m, disisipi lapisan batubara tebal 5 – 10 cm. Batupasir gampingan, coklat, berstruktur sedimen lapisan bersusun dan silangsiur, tebal lapisan 20 – 40 cm, mengandung foraminifera kecil, disisipi lapisan tipis karbon. Lempung, kelabu kehitaman, setempat mengandung sisa tumbuhan, oksida besi yang mengisi rekahan-rekahan setempat mengandung lensa-lensa batupasir gampingan. Lanau gampingan, berlapis tipis; serpih kecoklatan, berlapis tipis. Batugamping pasiran mengandung foraminifera besar, moluska, menunjukkan umur Miosen Akhir bagian bawah – Miosen Tengah bagian atas. Lingkungan pengendapan Perengan “paras delta – dataran delta”, tebal 1000 – 1500 m. Formasi ini memiliki hubungan bersilang jari dengan Formasi Pulaubalang (Supriatna dkk, 1995).

3.2.5 Formasi Kampung Baru (Tpkb)

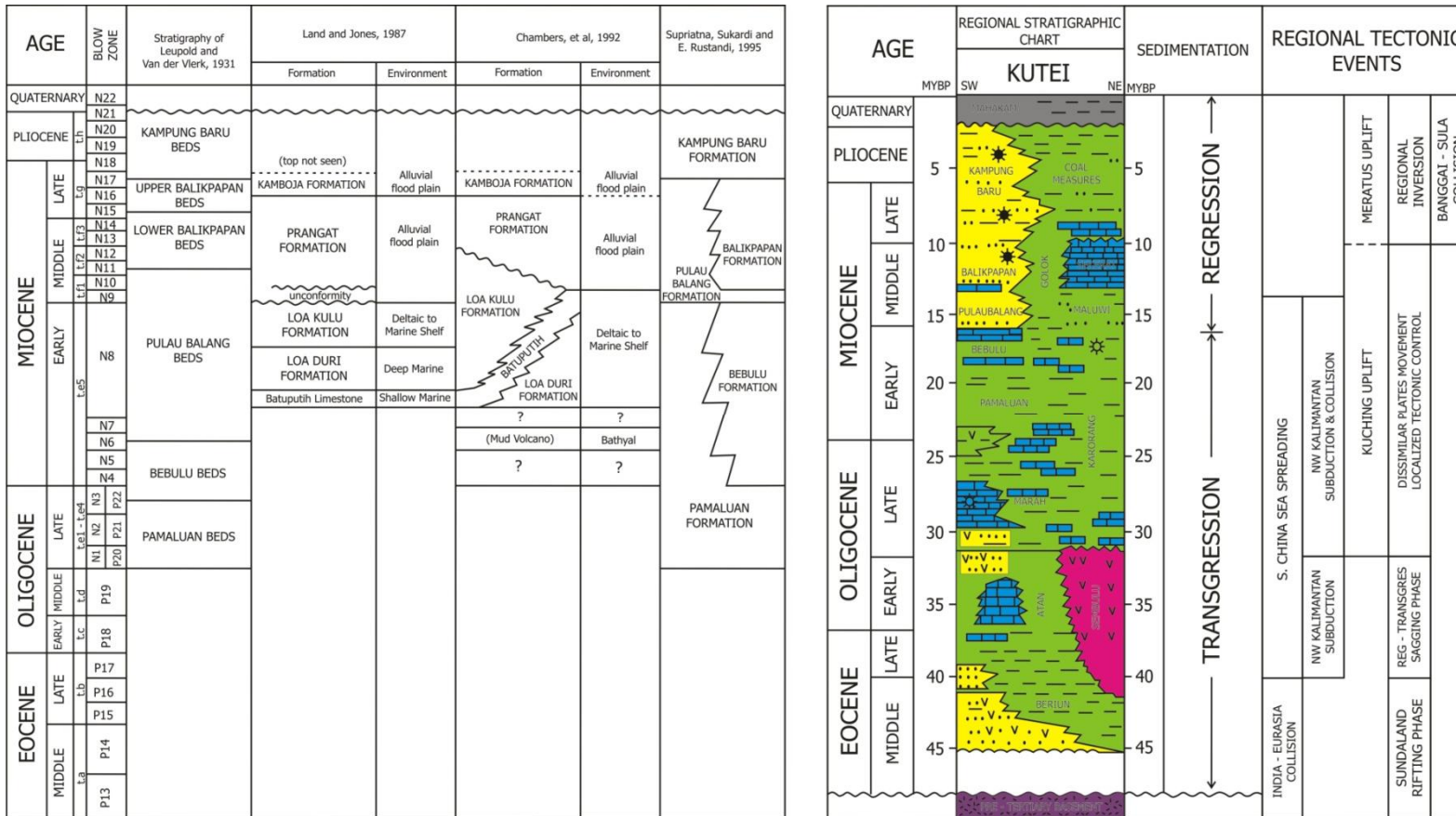
Terdiri dari batupasir kuarsa dengan sisipan lempung, serpih; lanau dan lignit ,pada umumnya lunak, mudah hancur. Batupasir kuarsa, putih, setempat kemerahan

atau kekuningan, tidak berlapis, mudah hancur, setempat mengandung lapisan tipis oksida besi atau konkresi, tufan atau lanauan dan sisipan batupasir konglomeratan atau konglomerat dengan komponen kuarsa, kalsedon, serpih merah dan lempung, diameter 0,5 – 1 cm, mudah lepas. Lempung, kelabu kehitaman mengandung sisa tumbuhan, kepingan batubara, koral. Lanau, kelabu tua, menyerpih, laminasi. Lignit, tebal 1 – 2 m. Diduga berumur Miosen Akhir – Pli Plistose, lingkungan pengendapan delta – laut dangkal, tebal lebih dari 500 m. Formasi ini menindih selaras dan setempat tidak selaras terhadap Formasi Balikpapan. (Supriatna dkk, 1995).

Menurut Allen, 1984, bagian bawah Formasi Kampung Baru terdapat batugamping yang juga merupakan siklus pengendapan delta, dengan dimulainya suatu transgresi setelah pengendapan Formasi Balikpapan. Kemudian disusul endapan dataran delta yang terdiri atas batupasir kasar hasil endapan *channel* dengan batulempung dan batubara.

3.2.6 Aluvium (Qa)

Terdiri dari kerikil, pasir dan lumpur terendapkan secara tidak selaras di atas Formasi Kampung Baru pada lingkungan sungai, rawa, delta dan pantai. Pengendapannya masih terus berlangsung hingga sekarang (Supriatna dkk, 1995).



3.3 Tatanan Tektonik dan Struktur Geologi

Struktur geologi Cekungan Kutai yang berkembang adalah perlipatan yang relatif sejajar dengan garis pantai timur daerah Kalimantan Timur. Pada bagian utara Cekungan Kutai, pola umum perlipatan mempunyai arah utara – selatan sedangkan Cekungan Kutai bagian selatan berarah baratdaya – timurlaut.

Guntoro (1998), menyatakan bahwa tatanan tektonik yang ada pada Cekungan Kutai dapat dilihat sebagai hasil dari interaksi antara lempeng Pasifik, Australia, dan Eurasia, yang ditunjukkan pada (Gambar 3.3)

Berdasarkan kondisi sejarah cekungan kutai di bagi beberapa fase :

a. Kapur Akhir – Paleosen Akhir

Cekungan Kutai merupakan cekungan samudra (terbentuk selama Jura Atas – Kapur Bawah karena pemisahan Asia dan Australia) membentuk endapan turbidit (melampar diatas batuan ofiolit tua).

b. Eosen Tengah - Oligosen Awal

Fase tarikan (pemekaran) dengan arah selatan barat, yang membentuk selat Makasar (memisahkan Kalimantan dengan Sulawesi), dan seri *half graben*. Endapan berasal dari sedimen klastik darat dan laut. Penurunan regional terdapat di Kalimantan Timur dan karbonat terus berkembang pada cekungan “Proto-Kutai”.

c. Oligosen Akhir

Merupakan periode endapan laut dibagian timur dan periode endapan vulkano-klastik di bagian barat yang berhubungan dengan pengangkatan didaerah Kalimantan Tengah. Pada saat tersebut merupakan awal pembentukan Cekungan Kutai.

d. Miosen Awal

Terjadi interaksi konvergen atau tumbukan dari blok mikro kontinen mengakibatkan subduksi (*Palawan Trough*), lalu terjadi pengangkatan yang kuat di Pegunungan Kalimantan Tengah menyebabkan awal progradasi delta kearah timur. Pada saat itu merupakan periode regresi yang menyeluruh dan pengisian cekungan, menunjukkan progradasi

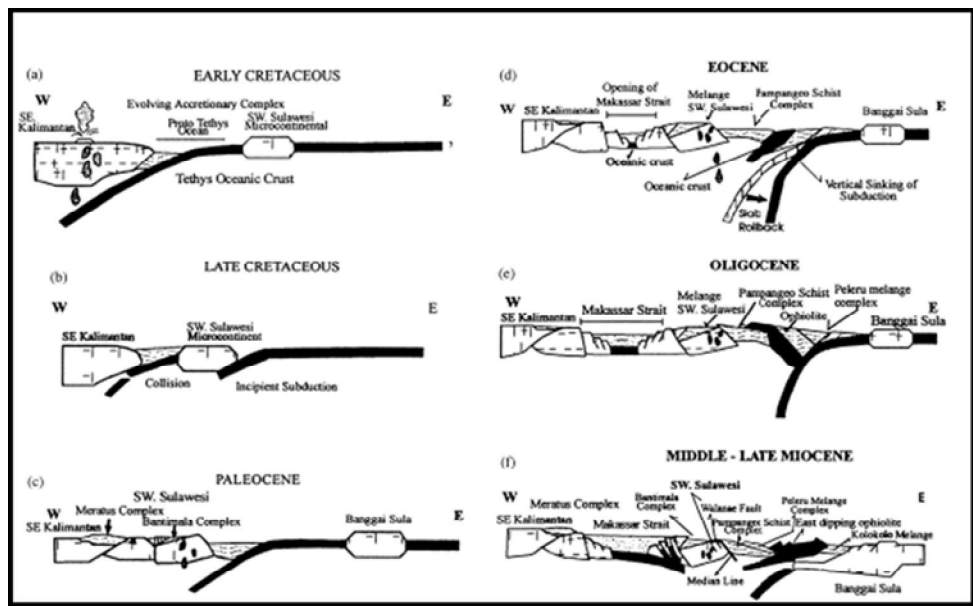
sungai Proto-Mahakam. Pengendapan Cekungan Kutai didominasi oleh endapan *prodelta* dan serpih yang terdapat di *slope*.

e Miosen Tengah – Miosen Akhir

Tumbukan Banggai-Sula yang menyebabkan terjadinya perkembangan struktur. Sistem delta bergerak ke arah timur dari Samarinda bagian selatan ke Nilam-Handil *meridian*. Pada waktu tersebut, tiga sistem delta utama berada di Cekungan Kutai dari selatan ke utara : Sepinggang, Proto-Mahakam, dan Sangatta. Gerakan tektonik lainnya (10,5 juta tahun lalu) menyebabkan progradasi sistem delta ke arah timur menuju Tunu bagian selatan dan selanjutnya menuju ke ujung paparan yang ada sekarang.

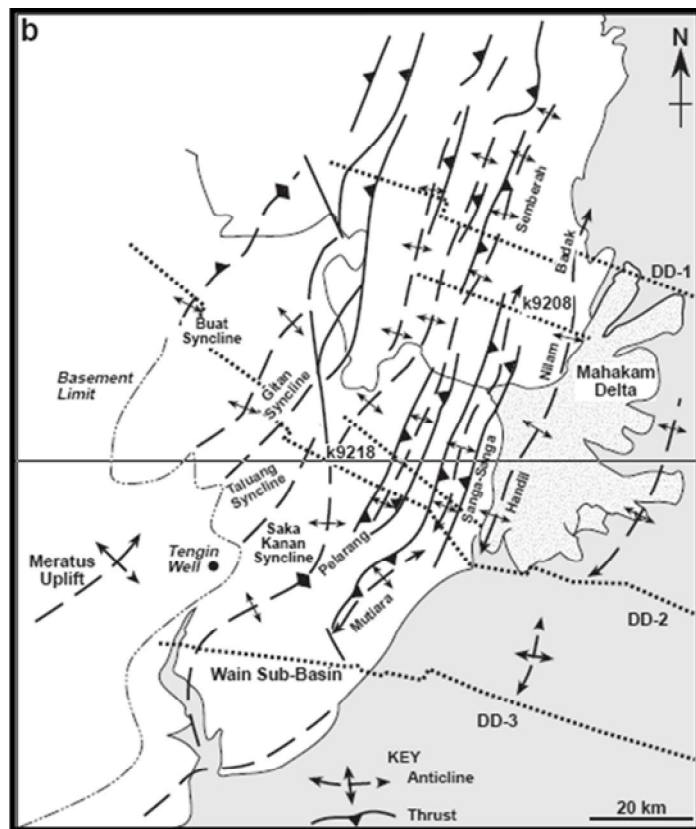
f. Pliosen atas hingga sekarang

Adanya pengangkatan Pegunungan Meratus, pembentukan Antiklinorium Samarinda, dan sesar intensif pada bagian utara dan selatan dari *shelf* Delta Mahakam, sebagai hasil dari tumbukan antara lempeng Indo-Australia dan *Banda Arc*.



Gambar 3.4 Tectonic Setting Cekungan Kutai (Guntoro,

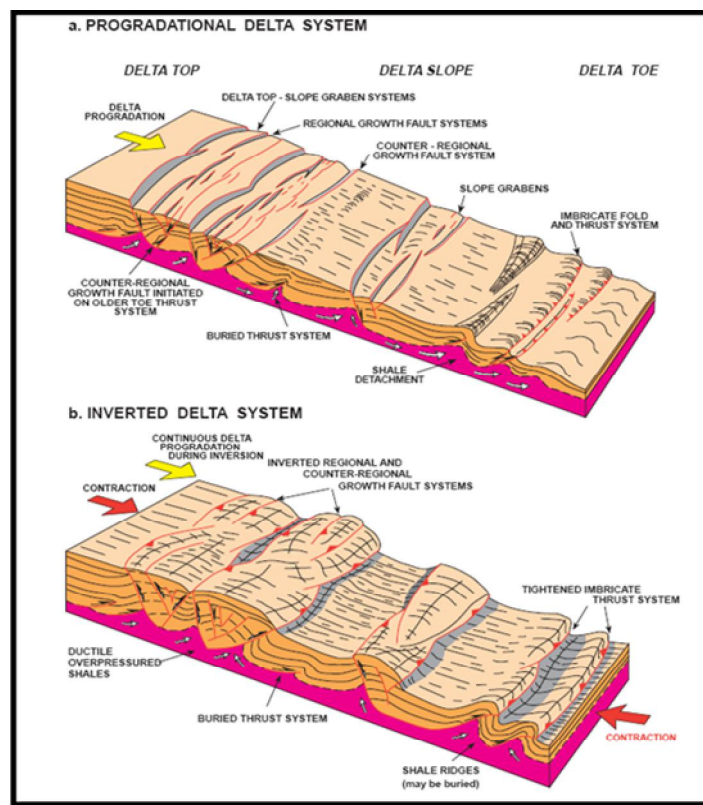
Ott (1987), mengemukakan bahwa pengangkatan Tinggian Kuching berhubungan langsung dengan gaya kompresi baratlaut – tenggara, hasil dari subduksi di Laut Cina Selatan. Akibat dari pengangkatan ini menyebabkan terjadinya lipatan kompresi berumur Miosen pada bagian barat Cekungan Kutai. Pengangkatan di Tinggian Kuching yang terus berlangsung menyebabkan berkurangnya stabilitas gaya berat yang miring ke timur di cekungan bagian tengah, sedang pada sisi bagian barat cekungan tetap stabil. Akibat dari ketidakstabilan dan adanya fluida lempung pada batuan dasar cekungan menyebabkan terjadinya gejala peluncuran gaya berat yang merupakan faktor penting dalam pembentukan Antiklinorium Samarinda (Gambar 3.4). Saat terjadi pelengseran kearah timur, maka tampak intensitas dan kompleksitas perkembangan struktur secara umum semakin berkurang.



Gambar 3.5 Pola struktur geologi Cekungan Kutai bagian timur (Siemers, 1993).

Moss dan Chambers, (1999) Mengemukakan bahwasanya Cekungan Kutai dapat dibagi dalam dua bagian atau sub Cekungan yaitu : Cekungan Kutai bagian atas dan Cekungan Kutai bagian bawah. Pada saat ini Sub Cekungan Kutai bagian atas merupakan daerah yang didominasi oleh gejala pengangkatan tektonik, sebagian akibat dari pembalikan endapan Miosen bagian bawah pada saat Paleogen deposenter

McClay, (2000), mengusulkan model pembalikan tektonik sebagai penyebab terbentuknya sabuk lipatan Mahakam berdasarkan risetnya mengenai evolusi tektonik pada blok Sanga – Sanga. diketahui bahwa setiap pembalikan tektonik menyebabkan Delta Mahakam berprogradasi lebih jauh (Gambar 3.5).



Gambar 3.6 Skema dan model pembalikan tektonik yang menyebabkan Delta Mahakam semakin berprogradasi (McClay, 2000).

BAB 4

GEOLOGI DAERAH TELITIAN

4.1 Geomorfologi Daerah Telitian.

Geomorfologi berasal dari bahasa Yunani kuno (*Geo* = bumi, *Morpho* = bentuk, *logos* = ilmu). Geomorfologi dalam arti fisiologinya mengenai uraian tentang bentuk bumi, dimana sasaran utama kajiannya adalah relief bumi. Pengertian geomorfologi adalah studi yang menguraikan bentuklahan dan proses yang mempengaruhi pembentukannya serta menyelidiki hubungan timbal balik antara bentuklahan dengan proses dalam tatanan keruangan (Van Zuidam, 1979). Dalam pembagian satuan geomorfologi daerah telitian penulis mengacu pada klasifikasi morfologi menurut Verstappen (1985), dengan memperhatikan aspek-aspek penunjang seperti morfografi (meliputi sungai, dataran, perbukitan, dan pegunungan, dll), morfometri meliputi kemiringan (lihat Tabel 4.1) dan bentuk lereng, ketinggian dan relief, dll. morfostruktur pasif (meliputi jenis batuan dan tanah), morfostruktur aktif (meliputi struktur-struktur geologi), dan morfostruktur dinamik (meliputi tingkat pelapukan/erosi berhubungan dengan lingkungan/kehidupan di sekitarnya).

Tabel 4.1. Klasifikasi kemiringan lereng (Van Zuidam, 1983).

No.	Kemiringan Lereng	% Lereng
1.	Rata/hampir rata	0 - 2
2.	Landai	3 - 7
3.	Miring	8 - 13
4.	Agak curam	14 - 20
5.	Curam	21 - 55
6.	Sangat curam	56 - 140
7.	Amat sangat curam	> 140

Secara regional, daerah telitian termasuk dalam Antiklinorium Samarinda, merupakan zona yang terdiri dari perbukitan bergelombang sedang – kuat dan memanjang dengan arah relatif timurlaut – baratdaya. Puncak – puncak bukit dan gunung di zona ini memiliki ketinggian antara 300 – 400 meter yang tersusun seluruhnya oleh batuan sedimen yang membentuk morfologi lembah dan perbukitan bergelombang sedang hingga kuat. Zona ini berada pada bagian tengah dan menempati sebagian besar Cekungan Kutai.

Geomorfologi di daerah telitian sangat dipengaruhi oleh proses geomorfologi baik secara eksogen maupun endogen. Proses eksogen berupa pelapukan dan erosi diakibatkan oleh kontak langsung batuan dengan panas matahari dan hujan. Selain itu faktor litologi di daerah penelitian yang tersusun oleh batupasir kuarsa, batulempung, dan batulanau yang memiliki resistensi lemah-sedang, membuat batuan mudah mengalami pelapukan dan erosi. Kondisi batuan yang telah terkena proses ini akan memicu terjadinya gerakan tanah berupa longsor. Proses endogen berupa aktivitas tektonik yang membentuk struktur homoklin di daerah telitian.

Berdasarkan aspek-aspek geomorfologi yang disebutkan oleh Verstappen (1985), maka bentuklahan yang terdapat di daerah penelitian dapat dibagi menjadi 4 (empat) satuan bentuklahan, yaitu: perbukitan homoklin (S1), dataran bekas rawa (F1), dan tubuh sungai (F2). Berikut adalah tabel pembagian satuan bentuklahan di sertai dengan aspek-aspek geomorfologinya.

Tabel 4.2 Karakteristik bentuklahan daerah telitian

Bentuk Asa l	Satuan Bentuklahan	Pemerian/Aspek-aspek geomorfologi	
Struktural	Perbukitan homoklin	Morfografi	<ul style="list-style-type: none"> •Morfografi : perbukitan. •Morfometri : <i>slope</i> berkisar antara 20-75%, dan relief 40-100 meter.
		Morfogenesis	<ul style="list-style-type: none"> •Morfostruktur aktif : dipengaruhi struktur homoklin. •Morfostruktur pasif : batuan sedimen klastik berbutiran halus-sedang (batupasir dan batu lempung). •Morfodinamis : proses pelapukan dan erosi
		Morfoasosiasi : homoklin	
Fluvial	Dataran bekas rawa	Morfologi	<ul style="list-style-type: none"> • Morfologi : dataran. • Morfometri : <i>slope</i> 0%
		Morfogenesis	<ul style="list-style-type: none"> • Morfostruktur aktif : - • Morfostruktur pasif : endapan alluvial yang berasal dari batuan, berukuran lempung sampai kerikil. • Morfodinamis : proses pelapukan dan erosi
		Morfoasosiasi : rawa.	
	Tubuh sungai	Morfologi	<ul style="list-style-type: none"> • Morfologi : datar. • Morfometri : <i>slope</i> 0-1%
		Morfogenesis	<ul style="list-style-type: none"> • Morfostruktur aktif : - • Morfostruktur pasif : endapan alluvial yang berasal dari batuan, berukuran lempung sampai kerikil. • Morfodinamis : proses erosi dan pengendapan
		Morfoasosiasi : aliran sungai	

4.1.1 Bentuk Asal Struktural

4.1.1.1 Satuan Bentuklahan Perbukitan Homoklin (S1)

Satuan bentuklahan ini menempati 80% dari daerah telitian. Morfografinya berupa bukit-bukit yang berderatan, dengan kelerangan berkisar antara 20-75%, dengan beda tinggi 40-100 meter. Satuan bentuklahan ini dipengaruhi oleh struktur homoklin yang berkembang, serta terdiri dari litologi berupa sedimen klastika halus seperti batupasir dan batulempung, dimana litologi ini memiliki resistensi yang lemah-sedang terhadap proses pelapukan dan erosi. Satuan bentuklahan ini berasosiasi secara langsung dengan struktur homoklin.

Berdasarkan deskripsi bentuklahan di atas maka karakteristik bentuklahan ini dapat ditentukan sebagai satuan bentuklahan perbukitan homoklin (Gambar 4.1).



Gambar 4.1 Satuan bentuklahan perbukitan homoklin (S1).

Lensa kamera menghadap tenggara.

4.1.2. Bentukan Asal Fluvial.

4.1.2.1. Satuan Bentuklahan Dataran Bekas Rawa (F1).

Satuan bentuklahan ini menempati 18% daerah telitian. Morfologinya berupa dataran, dengan kelerengan berkisan antara 0-1%. Satuan bentuklahan ini sedikit sekali dipengaruhi oleh struktur geologi, tersusun atas endapan alluvial, dan sangat dipengaruhi oleh pelapukan dan erosi. Satuan bentuklahan ini berasosiasi dengan rawa.

Berdasarkan deskripsi di atas maka karakteristik bentuklahan ini dapat ditentukan sebagai satuan bentuklahan dataran bekas rawa (Gambar 4.2).



Gambar 4.2 Satuan bentuklahan dataran bekas rawa (F1)

Lensa kamera menghadap selatan.

4.1.2.2 Satuan Bentuklahan Tubuh Sungai (F2).

Satuan bentuklahan ini menempati 2% dari daerah telitian. Morfologinya datar. Sedikit dipengaruhi oleh struktur geologi, tersusun atas endapan alluvial, dan sangat dipengaruhi oleh erosi dan pengendapan. Satuan bentuklahan ini berasosiasi secara langsung dengan aktivitas sungai.

Berdasarkan deskripsi di atas maka karakteristik bentuklahan ini dapat ditentukan sebagai satuan bentuklahan tubuh sungai (Gambar 4.3).



Gambar 4.3 Satuan bentuklahan tubuh sungai (F2)

Lensa kamera menghadap baratlaut

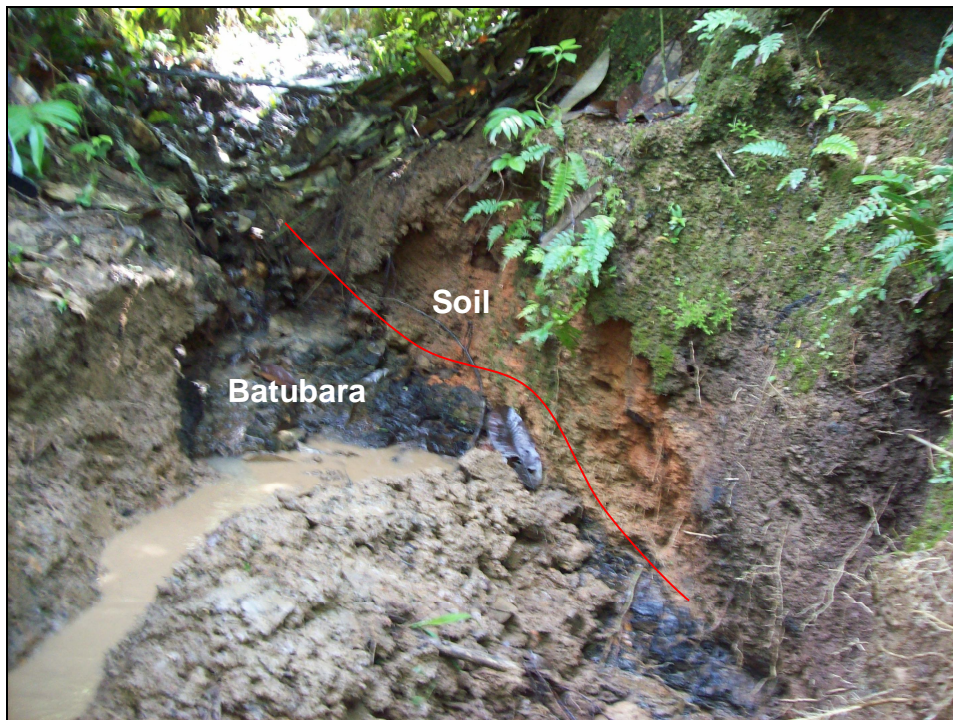
4.1.3 Pola Pengaliran

Berdasarkan klasifikasi pola pengaliran (Howard, 1966) daerah penelitian memiliki pola pengaliran subdendritik. Pola pengaliran subdendritik adalah bentuk aliran sungai mirip dengan ranting pohon dimana anak sungai yang bentuknya tidak teratur atau melengkung akhirnya menyatu pada sungai utama dengan sudut yang tidak terlalu tajam, dapat searah atau tidak dengan alirannya. Sungai–sungai di daerah telitian umumnya merupakan alur liar yang mengalir pada *bedrock stream* dan terdapat sungai utama yang mengalir pada *alluvial stream*.

Pola pengaliran subdendritik dikendalikan oleh kelerengan dan struktur geologi, merupakan modifikasi dari pola dendritik. Pada pola ini topografi terlihat cukup miring, struktur masih berperan tetapi peranannya sangat kecil. Memperlihatkan resistensi batuan yang sama.

4.1.4 Stadia Geomorfologi.

Daerah telitian memiliki rerief sedang sampai kuat, dimana memiliki beda tinggi dan morfologi yang cukup ekstrim. Morfolofi berupa bukit dengan kelerengan 20-75% (miring-curam), serta bentuk kontur yang umumnya *smooth* dengan pola huruf U menunjukkan tingkat erosi dan pembentukan lembah yang tinggi. Sungai-sungai yang berkembang menunjukkan proses erosi yang besar, baik dilihat dari geomoteri sungai maupun endapan alluvial yang mengendap pada tubuh sungai. Berdasarkan ciri – ciri ini dapat disimpulkan bahwa daerah penelitian adalah berstadia dewasa dengan keadaan permukaan yang miring-curam dan *bedrock* sudah tertutupi oleh soil dan endapan aluvial yang cukup tebal (Gambar 4.4).



Gambar 4.4. *Bedrock* berupa batubara yang tertutupi oleh soil yang menandakan tingkat pelapukan yang cukup tinggi

4.2. Stratigrafi

Penyusunan stratigrafi daerah telitian didasarkan pada kesatuan ciri litologi dominan yang ada di daerah telitian. Secara umum, daerah telitian disusun oleh litologi batupasir. Akan tetapi, dengan berdasarkan hasil pengamatan lapangan terhadap singkapan, lintasan stratigrafi dan interpretasi geomorfologi, penulis berupaya membagi stratigrafi daerah telitian secara detil, sehingga di dapatkan 4 satuan batuan yang menyusun stratigrafi daerah telitian.

Penamaan satuan batuan mengikuti tata nama satuan litostatigrafi tidak resmi menurut Sandi Stratigrafi Indonesia (SSI, 1996), dengan urutan dari tua sampai muda, sebagai berikut:

- Satuan batupasir-kuarsa Balikpapan
- Satuan batupasir-pembawa-lapisan-batubara Balikpapan
- Satuan batupasir Kumpangbaru
- Satuan endapan Alluvial

Umur		Satuan litostratigrafi		Simbol litologi	Pemerian	Fosil	Lingkungan Pengendapan	
Zaman	Kala	Formasi	Satuan					
Kuarter	Holosen			+10 m	Satuan endapan Aluvial , terdiri atas material lepas yaitu kerikil, pasir dan lempung yang <i>tertransport</i> oleh proses sungai dan rawa. Prosesnya berlangsung hingga sekarang.	(Barren)	Sungai dan Rawa	Darat
Tersier	Pliosen	Kumpangbaru	Satuan batupasir Kumpangbaru	+605 m	Satuan batupasir Kuarsa Kumpangbaru , batupasir kuarsa, putih kecoklatan, butiran lepas-lepas, pasir sedang (0,25 - 0,5 mm), agak membundar, terpilah baik, kemas tertutup, dengan komposisi kuarsa (fragmen), hornblende (matriks), plagioklas, biotit, silikaan, masif. Dengan sisipan batulempung, batulanau, dan batubara. Struktur sedimen berupa masif, <i>through cross lamination, wavy lamination, plannar cross bedding, dan graded bedding</i> .	(Barren)	Transitional Lower Delta Plain (Horne, 1978)	Transisi
	Miosen Tengah -Akhir	Balikpapan	Satuan batupasir-pembawa-lapisan batubara Balikpapan	+1478 m	Satuan batupasir-pembawa-lapisan-batubara Balikpapan , batupasir,putih kecoklatan, pasir sedang (0,25 - 0,5 mm), agak membundar, terpilah baik, kemas tertutup, komposisi mineral dominan kuarsa (fragmen), hornblende(matriks), plagioklas,hornblende,biotit,silikaan,masif. Dengan sisipan batulempung, batulanau, batubara, dan <i>coaly clay</i> . Struktur sedimen yang dijumpai masif, <i>cross lamination, lenticular beding, wavy lamination carbonan, graded bedding, plannar cross lamination dan parallel lamination</i> .	(Barren)		
			Satuan batupasir-kuarsa Balikpapan	+321 m	Satuan batupasir-kuarsa Balikpapan , batupasir, putih kecoklatan, pasir sedang (0,25 - 0,5 mm), agak membundar, terpilah baik, kemas tertutup, komposisi mineral yang dominan kuarsa (fragmen), kuarsa (matriks), plagioklas, hornblende, biotit, silikaan,masif. Dengan sisipan batulempung. Struktur sedimen yang dijumpai masif, <i>cross lamination, dan wavy lamination carbonan</i> .	(Barren)		

Gambar 4.5 Stratigrafi daerah telitian (Penulis, 2011)

4.2.1 Satuan batupasir-kuarsa Balikpapan

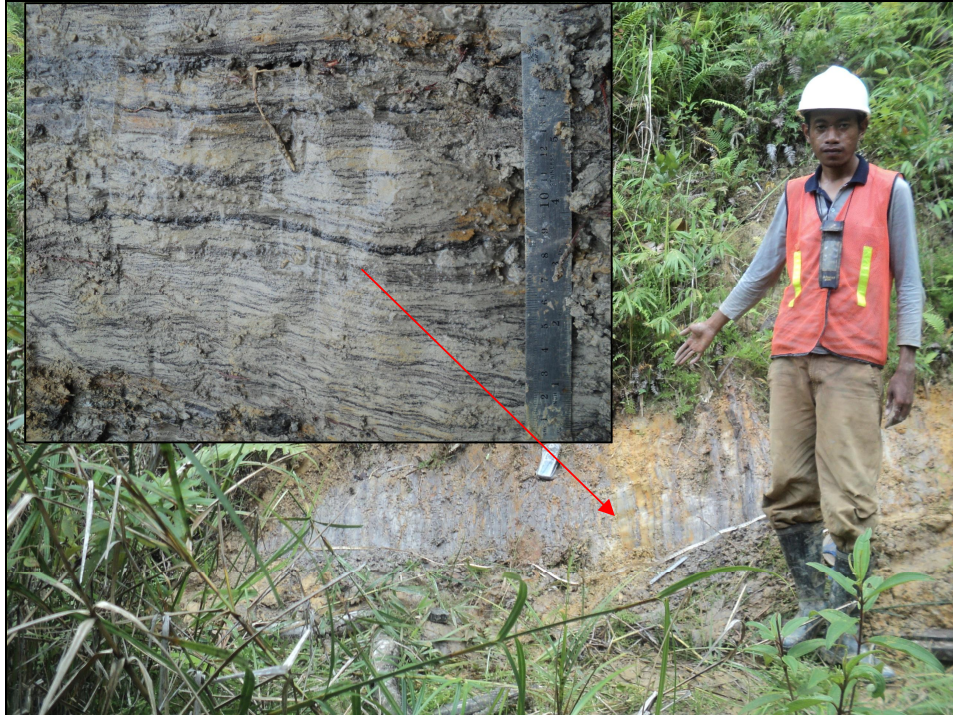
4.2.1.1 Ciri Litologi

Ciri litologi Satuan batupasir-kuarsa Balikpapan yang dominan adalah batupasir kuarsa. Sisipan yang dijumpai berupa batulempung. Batupasir dicirikan oleh: warna putih (warna lapuk putih kecoklatan), ukuran butir pasir sedang-pasir kasar, membundar, terpilah baik, kemas tertutup, komposisi mineral kuarsa (fragmen), plagioklas, hornblende, kuarsa (matrik), silika (semen), struktur sedimen: masif (Gambar 4.6 dan Gambar 4.8), *wavy lamination cabonan* (Gambar 4.7), *graded bedding*. Sisipan batulempung, abu-abu cerah, lempung, mineral lempung, masif.

Pengamatan petrografis yang ditunjukkan oleh sayatan A1 (Lampiran 6) yang diambil dari contoh batuan batupasir kuarsa pada LP 110, dalam sayatan tipis memperlihatkan warna putih, tekstur klastik, didukung oleh butiran (*grain supported*), ukuran butir antara 0,1 – 0,5 mm, bentuk butiran agak membundar – agak menyudut, terpilah baik, kemas terbuka dan tersusun oleh mineral kuarsa (72%), kuarsit (23%), *Mud* (4%), dan mineral opak (1%). Berdasarkan klasifikasi Gilbert (1954), didapatkan nama batumannya ***Quartz Arenite***.



Gambar 4.6 Batupasir dengan struktur masif pada LP 108



Gambar 4.7 Batupasir dengan struktur *wavy lamination carbonan* pada LP 110.



Gambar 4.8 Batulempung dengan struktur masif pada LP 109.

4.2.1.2 Sebaran dan Ketebalan

Satuan ini terdapat dalam Formasi Balikpapan dan merupakan satuan tertua di daerah telitian. tersebar di bagian timur daerah telitian. Secara horizontal satuan ini menempati 10 % daerah telitian. Singkapan dapat ditemukan dengan baik di dekat alur-alur liar dan jalan setapak. Singkapan dijumpai setempat-setempat karena tingkat pelapukan yang tinggi. Satuan batupasir Balikpapan menempati bentuklahan perbukitan homoklin.

Sebaran vertikal didominasi oleh batupasir dengan sisipan batulempung. Ketebalan satuan batuan ini dapat ditentukan dari penampang geologi (Lampiran 4) dan penampang stratigrafi terukur (Lampiran 3D). Berdasarkan penampang geologi A-A' tebalnya 321 m dan pada penampang geologi B-B' tebalnya 260 m, sedangkan dari penampang stratigrafi terukur di lintasan 4 tebalnya 141 m.

4.2.1.3 Umur

Penentuan umur Satuan batupasir-kuarsa Balikpapan tidak bisa dilakukan dengan analisa mikropaleontologi. Hal ini dikarenakan pada contoh LP 109, ternyata tidak dijumpai fosil penunjuk (*barren*). Meskipun demikian penulis berusaha menentukan umurnya dengan berdasarkan kedudukan stratigrafi dimana satuan ini merupakan satuan tertua di daerah telitian dan kesebandingan dengan daerah sekitarnya secara regional.

Hal ini didasarkan ciri litologi penyusun satuan batuan yang didominasi batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung, yang memiliki kesamaan dengan ciri litologi Formasi Balikpapan menurut S Supriatna, dkk. (1995). Dari kehadiran fosil foraminifera besar dan moluska, Formasi Balikpapan berumur Miosen Tengah bagian atas hingga Miosen Akhir bagian bawah.

Sehingga berdasarkan hasil kesebandingan, maka satuan batupasir

Balikpapan berumur Miosen Tengah hingga Miosen Akhir.

4.2.1.4 Lingkungan Pengendapan

Penentuan lingkungan pengendapan Satuan batupasir-kuarsa Balikpapan tidak bisa dilakukan dengan analisa mikropaleontologi. Hal ini dikarenakan pada contoh LP 109, ternyata tidak dijumpai fosil penunjuk (*barren*), sehingga penentuan lingkungan pengendapan harus dilakukan berdasarkan asosiasi fasies.

Pada penampang stratigrafi terukur lintasan 4 terlihat beberapa litofasies yang bisa digunakan dalam menentukan lingkungan pengendapan. Litofasies-litofasies yang digunakan dalam penentuan fasies berdasarkan modifikasi Payenberg (2003) terdiri dari *Sm* (*Massive Sandstone*) diinterpretasikan diendapkan pada fasies *crevasse splay*, *Wv* (*Wavy lamination carbonan-sandstone*) dan *Cm* (*Massive claystone*) diinterpretasikan di endapkan pada fasies *interdistributary bay*.

Dengan melihat asosiasi fasies dan membandingkannya dengan menggunakan jenis lingkungan pengendapan menurut Horne (1978), diinterpretasikan bahwa satuan ini diendapkan pada lingkungan pengendapan *transitional lower delta plain*, dengan 2 fasies penciri, yaitu: *crevasse splay*, dan *interdistributary bay*.

4.2.1.5 Hubungan Stratigrafi.

Hubungan stratigrafi antara satuan batupasir-kuarsa Balikpapan dengan satuan yang ada di atasnya yaitu satuan batupasir-pembawa-lapisan-batubara Balikpapan adalah selaras. Penentuan hubungan stratigrafi pada satuan ini berdasarkan pola umum kedudukan lapisan batuan. Satuan batupasir-pembawa-lapisan-batubara Balikpapan ini memiliki pola umum yang relatif sama dengan pola satuan batuan di atasnya. Satuan ini mempunyai pola umum kedudukan lapisan N 201° E/63° (LP 111), sedangkan satuan batuan di atasnya mempunyai

pola umum kedudukan lapisan N 205⁰ E/59⁰ (LP 115). Maka dapat disimpulkan bahwa hubungan stratigrafi antara satuan ini dengan satuan batuan di atasnya adalah selaras.

Untuk batas satuan batupasir-kuarsa Balikpapan dan Satuan batupasir-pembawa-lapisan-batubara Balikpapan, dibuat berdasarkan kontrol struktur (KS) dan hukum V yang ditarik dari LP 112.



Gambar 4.9 Kontak satuan batupasir-kuarsa Balikpapan dengan Satuan batupasir-pembawa-lapisan-batubara Balikpapan (kamera menghadap ke tenggara) pada LP 112.

4.2.2. Satuan batupasir-pembawa-lapisan-batubara Balikpapan

4.2.2.1 Ciri Litologi

Ciri litologi Satuan batupasir-pembawa-lapisan-batubara Balikpapan didominasi oleh batupasir, dengan sisipan batulanau, batulempung, *coaly clay*, dan batubara.

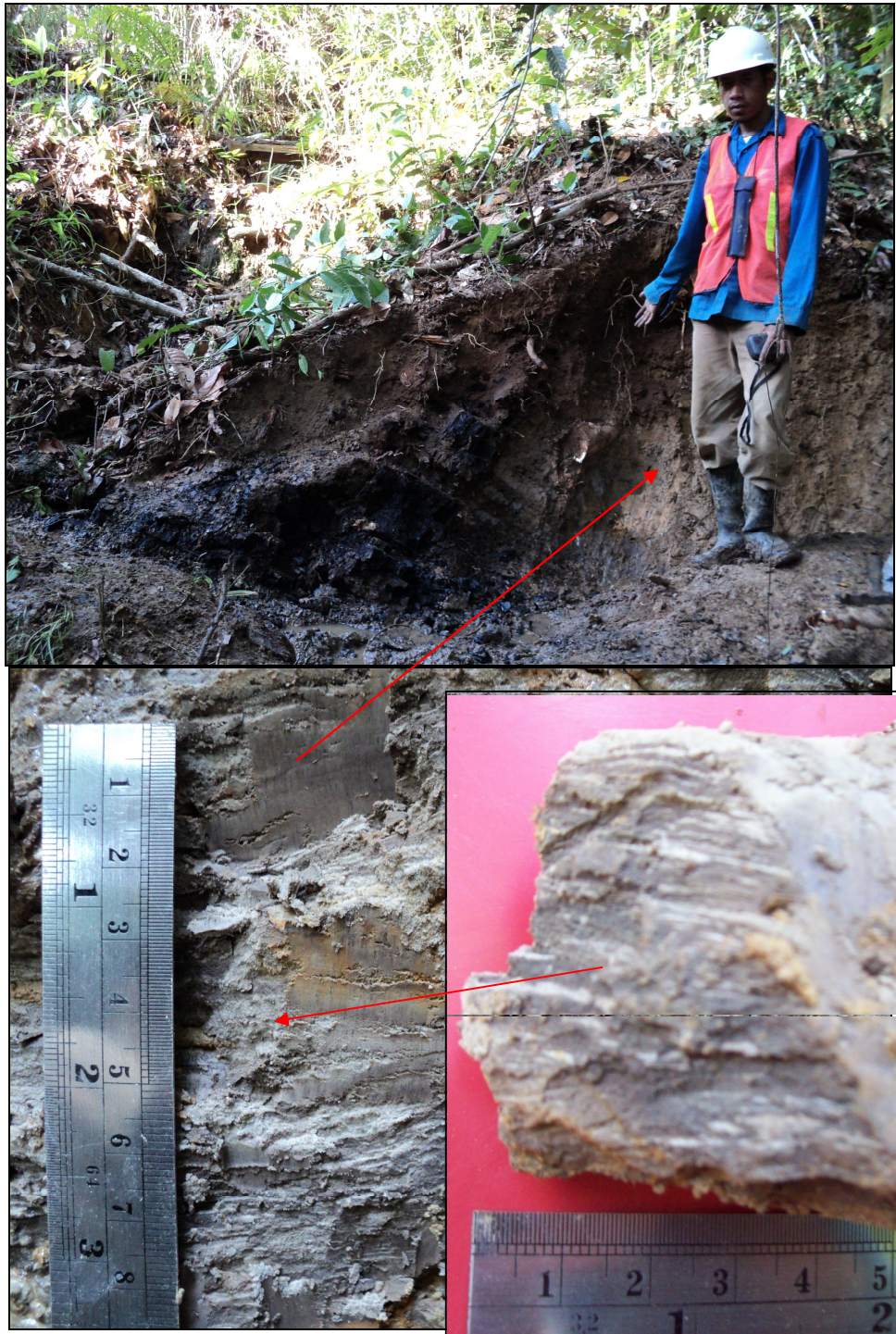
Batupasir dicirikan oleh: warna putih (warna lapuk putih kecoklatan), ukuran butir pasir sedang, terpilah baik, kemas tertutup, komposisi mineral: kuarsa (fragmen), hornblende (matriks), plagioklas, biotit, silikaan. Struktur sedimen yang berkembang yaitu masif (Gambar 4.10), *wavy lamination carbonan* (Gambar 4.11), *lenticular bedding* (Gambar 4.12), *through cross lamination* (Gambar 4.13), , *parallel lamination*, *gradded beding* (Gambar 4.14), dan *plannar cross lamination* (Gambar 4.15).



Gambar 4.10 Batupasir dengan struktur masif pada LP 42.



Gambar 4.11 Batupasir dengan struktur *wavy lamination carbonan* pada LP 66.



Gambar 4.12 Batulanau dengan struktur *lenticular* pada LP 37.



Gambar 4.13 Batupasir dengan struktur *through cross lamination* pada LP 52.



Gambar 4.14 Batupasir kuarsa dengan struktur *graded bedding* pada LP 52



Gambar 4.15 Batupasir kuarsa dengan struktur *planar cross lamination* pada LP 53.

Pengamatan petrografis yang ditunjukkan oleh sayatan A2 (Lampiran G) yang diambil dari contoh batupasir pada LP 62, dalam sayatan tipis memperlihatkan, warna putih, tekstur klastik, didukung oleh butiran (*grain supported*), ukuran butir antara 0,02 – 0,35 mm, bentuk butiran agak membundar – agak menyudut, terpilah baik, kemas tertutup dan tersusun oleh mineral kuarsa (53%), mineral kuarsit (17%), mineral lempung (15%) mineral opak (9%), dan mineral k.feldspar (6%). Berdasarkan klasifikasi Gilbert (1954), didapatkan nama batumannya *Subfeldspatic wacke*.

4.2.2.2 Sebaran dan Ketebalan

Sebaran satuan ini mempunyai pola sebaran yang berarah timur laut-barat dengan menempati kurang lebih 40% dari luas daerah penelitian. Secara geomorfologi satuan batuan ini menempati bentuklahan perbukitan homoklin.

Singkapan satuan ini dapat ditemukan dengan baik di daerah lembah sungai, alur-alur liar, dan jalan setapak. Satuan ini di lapangan dapat dibedakan dengan satuan batuan lainnya karena terdapat dominasi batupasir kuarsa, dengan sisipan batubara, batulempung, batulanau. Singkapan satuan ini tidak semua tersingkap dalam keadaan segar, karena terdapat singkapan yang lapuk dengan warna abu-abu kecoklatan.

Ketebalan satuan ini dapat ditentukan dari penampang geologi (Lampiran 4) dan penampang stratigrafi terukur (Lampiran 3B, 3C, 3D). Berdasarkan penampang geologi A-A' mempunyai ketebalan 1520 m, pada penampang geologi B-B' mempunyai ketebalan 1550 m, sedangkan dari penampang stratigrafi terukur di lintasan 2, 3, dan 4 tebalnya 1478 m.

4.2.2.3 Umur.

Penentuan umur Satuan batupasir-pembawa-lapisan-batubara Balikpapan tidak bisa dilakukan dengan menggunakan fosil. Hal ini dikarenakan hasil pengamatan mikropaleontologi pada contoh LP 31, LP 60, dan LP 73 tidak dijumpai fosil penunjuk (*barren*). Penentuan umur sama halnya dengan satuan sebelumnya, yaitu dengan berdasarkan kedudukan stratigrafi di mana satuan ini merupakan satuan di atas Satuan batupasir-kuarsa Balikpapan dan kesebandingan dengan daerah sekitarnya secara regional, maka diperoleh umur satuan batupasir Balikpapan adalah Miosen Tengah-akhir (Supriatna dkk).

4.2.2.4 Lingkungan Pengendapan.

Penentuan lingkungan pengendapan Satuan batupasir-pembawa-lapisan batubara Balikpapan tidak bisa dilakukan dengan analisa mikropaleontologi. Hal ini dikarenakan pada contoh LP 31, LP 60, dan LP 73 tidak dijumpai fosil penunjuk (*barren*), sehingga penentuan lingkungan pengendapan harus dilakukan berdasarkan asosiasi fasies.

Pada penampang stratigrafi terukur lintasan 2,3, dan 4, terlihat beberapa litofasies yang bisa digunakan dalam menentukan asosiasi dari satuan ini. Litofasies-litofasies yang digunakan dalam penentuan fasies berdasarkan

modifikasi Payenberg (2003) terdiri dari *Sm* (*Massive Sandstone*) diinterpretasikan diendapkan fasies *crevasse splay*, *Sw* (*Wavy lamination carbonan-sandstone*) diinterpretasikan diendapkan di fasies *interdistributary bay*, *Lt* (*Lenticular-siltstone*) diinterpretasikan di endapkan di fasies *interdistributary bay*, *Lst* (*Low angle through cross stratification-sandstone*) diinterpretasikan diendapkan di fasies *channel*, *Sg* (*Graded bedding-sandstone*) diinterpretasikan di endapkan di fasies *channel*, *Cm* (*Massive Claystone*) diinterpretasikan di endapkan di fasies *interdistributary bay*. Juga terdapat batulempung masif, yang berasosiasi dengan batubara yang berstruktur banded, diinterpretasikan di endapkan di fasies *swamp* (Gambar 4.16).



Gambar 4.16 Batulempung yang berasosiasi dengan batubara
(kamera menghadap tenggara) pada LP 60.

Dengan melihat asosiasi fasies dan membandingkannya dengan menggunakan jenis lingkungan pengendapan menurut *Horne* (1978), diinterpretasikan bahwa satuan ini diendapkan pada lingkungan pengendapan *transitional lower delta plain*, dengan 4 fasies penciri, yaitu: *crevasse splay*,

channel, interdistributary bay, dan swamp.

4.2.2.5 Hubungan Stratigrafi.

Satuan batupasir-pembawa-lapisan-batubara Balikpapan mempunyai pola umum kedudukan lapisan batuan yang relatif sama dengan satuan batuan di atasnya. Berdasarkan hasil pengukuran jurus dan kemiringan lapisan batuan, Satuan batupasir Balikpapan mempunyai pola kedudukan lapisan batuan berkisar $N203^{\circ} E/62^{\circ}$ (LP 30) sedangkan pola kedudukan lapisan batuan Satuan batupasir Kampungbaru dengan kedudukan $N199^{\circ} E/59^{\circ}$ (LP 15). Maka dapat disimpulkan bahwa hubungan stratigrafi antara Satuan batupasir Balikpapan dan Satuan batupasir Kampungbaru adalah selaras.

Untuk batas Satuan batupasir-pembawa-lapisan-batubara Balikpapan dengan satuan batupasir Kampungbaru, dibuat berdasarkan kontrol struktur (KS) dan hukum V.

4.2.3. Satuan batupasir Kampungbaru.

4.2.3.1 Ciri Litologi.

Ciri litologi satuan batupasir Kampungbaru adalah dominasi batupasir dengan butiran yang sangat mudah lepas, di beberapa tempat terapat lapisan tipis oksida besi (Gambar 4.17).

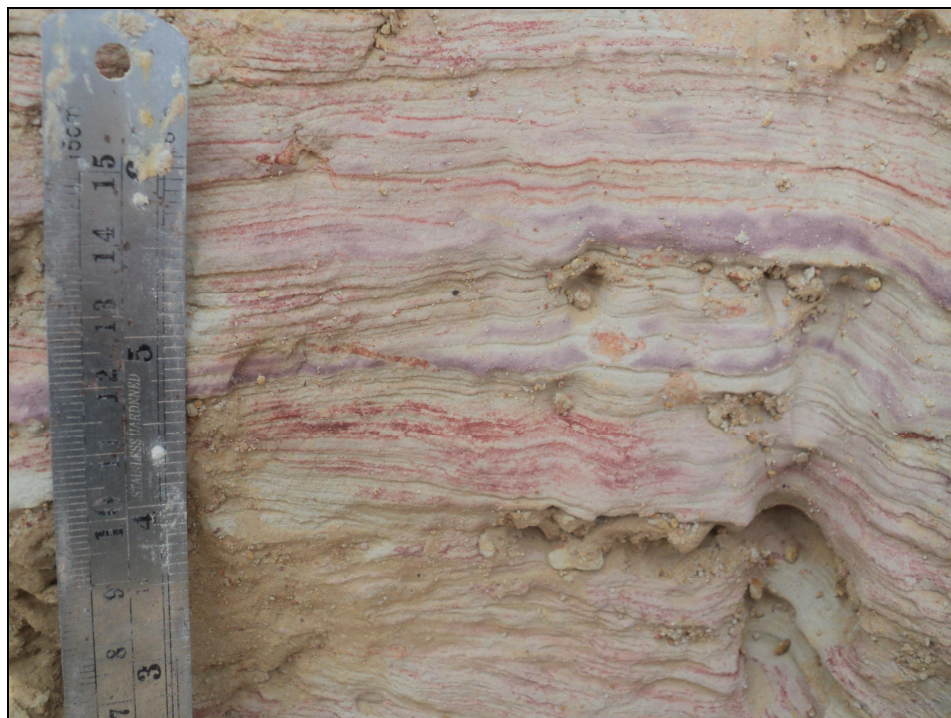


Gambar 4.17 Lapisan tipis oksida besi pada LP 14

Batupasir kuarsa, warna putih kecoklatan, pasir sedang, membundar, terpilah baik, kemas tertutup, komposisi kuarsa(f), hornblende (m), plagioklas, biotit, silikaan (s), struktur masif. Dengan sisipan batulanau, dan batubara. Struktur sedimen yang berkembang pada satuan ini adalah masif (Gambar 4.18 dan Gambar 4.22), *wavy lamination*(Gambar 4.19), *planar cross bedding* (Gambar 4.20), dan *low angle through cross lamination* (Gambar 4.21).



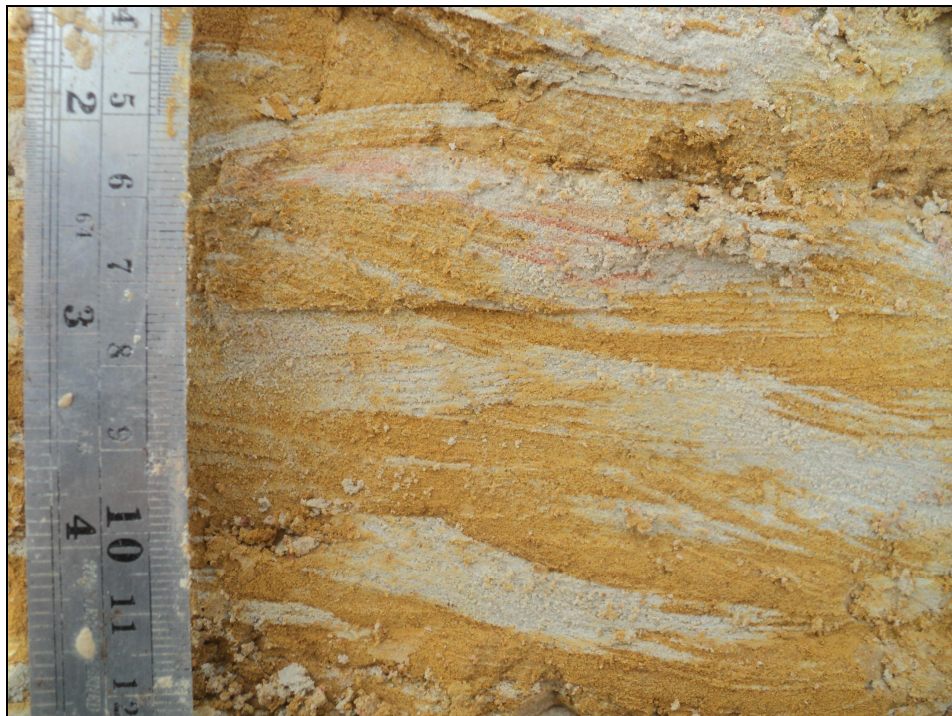
Gambar 4.18 Batupasir dengan struktur masif pada LP 14.



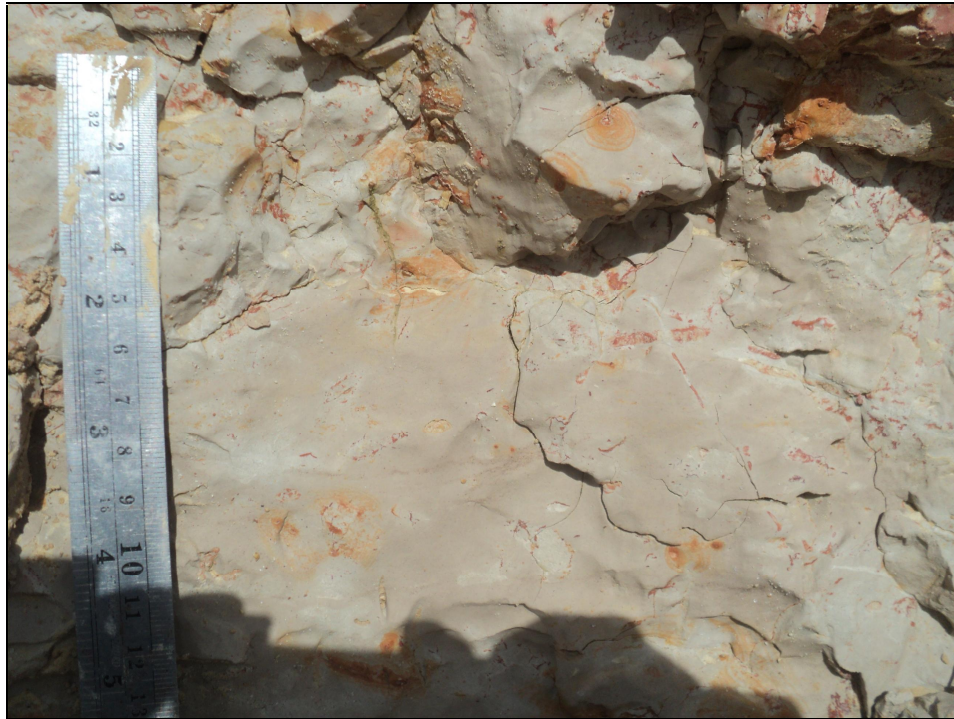
Gambar 4.19 Batupasir dengan struktur *wavy lamination* pada LP 16.



Gambar 4.20 Batupasir dengan struktur *planar cross bedding* pada LP 16.



Gambar 4.21 Batupasir dengan struktur *through cross lamination* pada LP 16.



Gambar 4.22 Batulempung dengan struktur masif pada LP 16.

Pengamatan petrografis yang ditunjukkan oleh sayatan A3 (Lampiran G) yang diambil dari contoh batupasir pada LP 16, menunjukkan warna putih kecoklatan, tekstur klastik, didukung oleh butiran (*grain supported*), ukuran butir antara 0,25 – 0,8 mm, bentuk butiran agak membundar – agak menyudut, terpilah baik, kemas terbuka dan tersusun oleh mineral kuarsa (58%), *Mud* (20%), Rijang (10%), mineral opak (8%), dan mineral lempung (4%). Berdasarkan klasifikasi Gilbert (1954), didapatkan nama batumannya ***Quartz Wacke***.

4.2.3.2 Sebaran dan Ketebalan.

Sebaran satuan ini mempunyai pola sebaran yang berarah timur laut-barat dengan menempati kurang lebih 20% dari luas daerah penelitian. Secara geomorfologi satuan batuan ini menempati bentuklahan perbukitan homoklin.

Singkatan satuan ini dapat ditemukan dengan baik di daerah lembah sungai, alur-alur liar, dan jalan setapak. Satuan ini di lapangan dapat dibedakan

dengan satuan batuan lainnya karena terdapat dominasi batupasir kuarsa yang bersifat mudah lepas, dengan sisipan batubara, batulempung dan batulanau.

Ketebalan satuan perselingan batupasir dan batulempung Balikpapan dapat ditentukan dari penampang geologi (Lampiran 4) dan penampang stratigrafi terukur lintasan 1 (Lampiran 3A). Berdasarkan penampang geologi A-A' mempunyai ketebalan 605 m, pada penampang geologi B-B' mempunyai ketebalan 410 m. sedangkan dari penampang stratigrafi terukur di lintasan 1 dan 2 tebalnya 195,5 m.

4.2.3.3 Umur

Penentuan umur Satuan batupasir Kampungbaru tidak bisa dilakukan dengan menggunakan fosil. Hal ini dikarenakan hasil pengamatan mikropaleontologi pada contoh LP 15 tidak dijumpai fosil penunjuk (*barren*), sehingga tidak ditemukan umurnya. Meskipun demikian penulis berusaha menentukan umurnya dengan berdasarkan kedudukan stratigrafi dimana satuan ini berada diatas Satuan batupasir Balikpapan dan kesamaan ciri litologi dengan daerah sekitarnya secara regional. Adanya kesamaan ciri litologi dari satuan batupasir Kampungbaru dengan ciri litologi penyusun dari Formasi Kampungbaru, sehingga dalam penentuan umur satuan ini dapat mengacu dari hal tersebut, Formasi Kampungbaru berumur Miosen Akhir-Pliosen.

4.2.3.4 Lingkungan Pengendapan

Penentuan lingkungan pengendapan Satuan batupasir Kampungbaru tidak bisa dilakukan dengan analisa mikropaleontologi. Hal ini dikarenakan pada contoh LP 15 ternyata tidak dijumpai fosil penunjuk (*barren*), sehingga penentuan lingkungan pengendapan harus dilakukan berdasarkan asosiasi fasies.

Pada profil 1 dan 2 terlihat beberapa litofasies yang bisa digunakan dalam menentukan asosiasi dari satuan ini. Litofasies-litofasies yang digunakan dalam penentuan fasies berdasarkan modifikasi Payenberg (2003) terdiri dari *Sm* (*Massive Sandstone*) diinterpretasikan diendapkan fasies *crevasse splay*, *Sw*

(*Wavy lamination sandstone*) dan *Slw* (*Wavy lamination siltstone*) endapkan dengan mekanisme arus yang lemah, dengan pengaruh dari *tidal*, diinterpretasikan diendapkan di fasies *interdistributary bay*. *Sp* (*Planar cross bedding sandstone*) diinterpretasikan diendapkan pada fasies *crevasse splay*, *Lst* (*Low angle through cross stratification-sandstone*) diinterpretasikan diendapkan di fasies *crevasse splay*, *Slm* (*Massive Siltstone*) diinterpretasikan diendapkan di fasies *interdistributary bay*.

.Dengan melihat asosiasi fasies dan membandingkannya dengan menggunakan jenis lingkungan pengendapan menurut *Horne* (1978), diinterpretasikan bahwa satuan ini diendapkan pada lingkungan pengendapan *transitional lower delta plain*, dengan 2 fasies penciri, yaitu: *crevasse splay* dan *interdistributary bay*,

4.2.3.5 Hubungan Stratigrafi

Hubungan stratigrafi antara Satuan batupasir Kampungbaru dengan satuan yang ada di atasnya yaitu Satuan endapan Aluvial adalah tidak selaras.

4.2.4 Satuan endapan alluvial.

4.2.4.1 Ciri Litologi.

Endapan alluvial ini merupakan endapan darat yang memiliki fragmen lepas berukuran kerakal hingga lempung serta material hasil erosi batuan yang lebih tua yang dikontrol oleh sungai yang memiliki stadia dewasa (Gambar 4.23). Menempati 30% daerah telitian.



Gambar 4.23 Satuan endapan alluvial.



Gambar 4.24 Material hasil rombakan batuan berukuran lempung pada Satuan endapan aluvial.

4.2.4.2. Umur

Satuan endapan Alluvial ini berumur Resen. Mengacu pada stratigrafi regional menurut S Supriatna, dkk. (1995) dan berkembang sampai sekarang, berada disepanjang tubuh sungai dan dataran bekas rawa. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa endapan alluvial ini bersifat tidak kompak.

4.2.4.3. Lingkungan Pengendapan

Lingkungan pengendapan dari endapan alluvial ini merupakan endapan darat. Hal ini dicirikan oleh endapan yang belum kompak dan merupakan hasil erosi dari batuan yang lebih tua.

4.2.4.4. Hubungan Stratigrafi

Material lepas ini terendapkan secara tidak selaras di atas semua satuan batuan di bawahnya yaitu Satuan batupasir-kuarsa Balikpapan, Satuan batupasir Balikpapan, Satuan batupasir Kampungbaru yang dibatasi oleh bidang erosional.

4. 3. Struktur Geologi Daerah Telitian.

Berdasarkan penarikan sebaran lapisan batubara (*cropline*), memperlihatkan adanya pola garis dengan arah timur laut-barat daya. Data pengamatan singkapan, juga didapatkan kedudukan lapisan batuan yang relatif sama, yaitu berarah timur laut-barat daya, dengan besar kemiringan yang relatif sama, maka ditafsirkan struktur geologi yang berkembang di daerah telitian adalah struktur homoklin.

Dari hasil rekonstruksi penampang dengan semua kedudukan yang ada di daerah telitian, di dapatkan bahwa lapisan batuan memiliki arah kemiringan yang sama, yang merupakan ciri dari struktur homoklin.

4. 4. Sejarah Geologi

Sejarah geologi di daerah telitian diawali oleh terjadinya pengangkatan tinggian Kuching (*Kuching uplift*) pada kala Oligosen Akhir-Miosen Awal. Lalu terjadi Tumbukan Banggai-Sula pada kala Miosen Tengah-Akhir yang menyebabkan sistem delta bergerak ke arah timur dari Samarinda bagian selatan ke Nilam-Handil *meridian*. Pada fase ini muka air laut relatif turun (regresi) dan sistem delta berprogradasi ke arah timur yang ditunjukkan dengan sikuen mengkasar ke atas pada penampang stratigrafi. Hal ini terjadi karena besarnya suplai material yang tidak sebanding dengan penurunan dasar cekungan.

Progradasi delta ini membentuk Satuan batupasir-kuarsa balikpapan dan Satuan batupasir-pembawa-lapisan-batubara Balikpapan yang terbentuk pada lingkungan *transitional lower delta plain*. Satuan batupasir-kuarsa balikpapan terdiri dari endapan-endapan *crevasse splay* dan *interdistributary bay*. Sedangkan Satuan batupasir-pembawa-lapisan-batubara Balikpapan terdiri dari endapan *crevasse splay*, *channel*, *interdistributary bay*, dan *swamp*.

Fase regresi terus terjadi hingga Pliosen awal. Sistem delta terus berprogradasi menghasilkan endapan dengan siklus mengkasar ke atas. Pada fase ini terbentuk Satuan batupasir Kampungbaru yang diendapkan pada lingkungan *transitional lower delta plain*. Satuan ini terdiri dari endapan *crevasse splay*, dan *interdistributary bay*.

Material ketiga satuan ini diperkirakan berasal dari hasil rombakan batuan dari Tinggian Kuching yang terdiri dari kompleks batuan ofiolit. Dibuktikan dengan kehadiran fragmen rijang pada ketiga satuan ini.

Pada Pliosen, adanya pengangkatan Pegunungan Meratus, pembentukan Antiklinorium Samarinda, dan sesar intensif pada bagian utara dan selatan dari *shelf* Delta Mahakam, sebagai hasil dari tumbukan antara lempeng Indo-Australia dan *Banda Arc*. Pada fase inilah terbentuk struktur antiklin menunjam di sekitar daerah telitian, di mana daerah telitian terletak di sayap barat antiklin tersebut.

Di bagian permukaan semua satuan batuan di atas mengalami proses eksogen, sehingga mengalami pelapukan dan erosi, materialnya pun tertransport dan mengendap, lalu membentuk satuan endapan Aluvial yang secara tidak selaras di endapkan di atas semua satuan sebelumnya. Satuan endapan aluvial terbentuk di lingkungan darat, yaitu pada sungai dan dataran bekas rawa.

BAB V

PENGARUH LINGKUNGAN PENGENDAPAN TERHADAP KETEBALAN LAPISAN BATUBARA

Studi mengenai pengaruh lingkungan pengendapan terhadap ketebalan lapisan batubara di daerah telitian dilakukan pada Satuan batupasir Balikpapan, bagian tengah, dengan menggunakan 2 seam berbeda.

V.1 Lingkungan pengendapan.

Lingkungan pengendapan adalah bagian dari permukaan bumi dimana proses fisik, kimia dan biologi berbeda dengan daerah yang berbatasan dengannya (Selley, 1988). Sedangkan menurut Boggs (1995) lingkungan pengendapan adalah karakteristik dari suatu tatanan geomorfik dimana proses fisik, kimia dan biologi berlangsung yang menghasilkan suatu jenis endapan sedimen tertentu.

Penentuan lingkungan pengendapan dengan melihat asosiasi fasies yang berkembang.

V.1.1 Fasies dan Litofasies.

Selley (1970), mendefinisikan fasies sedimen sebagai suatu massa batuan yang dapat ditentukan dan dibedakan dengan lainnya oleh geometri, litologi, struktur sedimen, pola arus purba dan fosilnya. Sedangkan Webster mendefinisikan bahwa fasies sedimen merupakan karakter dari total tekstur, komposisi, dan struktur sedimen yang dihasilkan dari akumulasi dan modifikasi yang khas.

Dalam Iqbal (2009), litofasies merupakan suatu tubuh batuan yang memiliki karakter fisik (litologi, struktur sedimen, serta jenis ukuran butir), kimia

(unsur batuan, kandungan kimia, dan biologi (organisme) yang khas dan membedakannya dengan batuan yang lain.

Untuk membantu dalam penentuan litofasies di daerah telitian, penulis mengacu pada modifikasi modifikasi klasifikasi Payenberg 2003 oleh Iqbal 2009, yang telah meneliti endapan-endapan Kala Miosen pada Delta Mahakam.

Tabel V.1 Karakteristik dan litofasies endapan Miosen Delta Mahakam
(Modifikasi Penulis dari Payenberg, 2003).

Kode Litofases	Deskripsi Litofasies	Ukuran Butir	Karakter dan Urutan lapisan batuan	Interpretasi
Pc	Batupasir kerikilan berstruktur silangsiur (<i>cross-stratified pebbly sandstone</i>)	Pasir sangat kasar hingga kerikil	Perlapisan umumnya berlapis dan bergradasi dengan tebal kurang dari 1 meter. Kontak lapisan pada bagian bawah adalah kontak erosional kuat. Pada bagian bawah dapat lebih tebal (dari beberapa cm-m yang terdiri dari urutan-urutan batupasir	Lapisan kerikil yang bersilang siur terbentuk pada dasar suatu channel atau suatu bentukan bar yang lebih besar (flood even).
Hst	Batupasir berstruktur silang siur mangkok curam (<i>high angle through cross-stratified sandstone</i>)	Pasir halus-pasir sedang	Silang siur mangkok memiliki jarak yang kecil 5-20 cm, dengan kemiringan set ($>10^\circ$) di setiap dasar mangkok dibatasi oleh konkresi FeOx. Umumnya berselang-seling dengan fasies Fs&Lt dan Sm	Dengann mekanisme saltasi yang dominan serta atus bolak-balik yang turbulen menghasilkan jenis <i>bedform ripples</i> yang selanjutnya akan bermigrasi menjadi struktur <i>trough cross bed</i> . Merupakan ciri dari endapan <i>fluvial distributary channel</i> .
Lst	Batupasir berstruktur silang siur mangkok landai (<i>low angle through cross-stratified sandstone</i>)	Pasir sedang hingga pasir kasar	Silang siur mangkok memiliki jarak yang kecil 3-10 cm. Dengan kemiringan set ($<10^\circ$). Seringkali b erasosiasi dengan batulempung, siderit, kuarsit atau	Puncak yang berliku dari <i>linguoid dunes</i> yang dibentuk di bawah penyimpangan pada bagian atas dan bawah kondisi aliran primer pada bagian

			pecahan batubara tanpa dibatasi oleh konkresi Feox pada dasar mangkok, umumnya juga berselang-seling dengan fasies Sp	proksimal pada suatu <i>distributary channel</i> dengan aliran turbulen yang tinggi.
Sp & Hb	Batupasir berstruktur <i>herring bone</i> -silang siur planar-tabular (<i>Herring bone-planar tabular cross stratified sandstone</i>)	Pasir sangat halus hingga kasar	Jarak satu set silang siur berkisar antara 5-50 cm dengan lebih banyak <i>foreset</i> planar dan kontak dasar yang non-erosional. Jika set dari planar bersifat bipolar akan menghasilkan struktur seperti tulang ikan. Umumnya pada bagian bawah berasosiasi dengan fasies <i>Pc</i> dan <i>Sr</i> . Arus balik pada suatu <i>ripple</i> hadir pada <i>foreset</i> .	Perpindahan <i>linguoid bar</i> , melintasi <i>bar</i> dan <i>sand wave</i> di bawah kondisi berarus rendah dengan sedikit arus turbulen..
<i>Sm</i>	Batupasir berstruktur masif (<i>massive sandstone</i>)	Pasir halus hingga pasir kasar	Masif, batupasir tidak berlapis, dengan fragmen batubara dan sesekali siderit yang membundar serta fragmen batulempung yang melimpah. Ketebalan berkisar 10 cm-5m.	Sedimen <i>gravity flow</i> pada <i>fluvial dominated distributary channel</i> sebagai hasil dari suatu timbunan yang runtuh dan atau pergerakan dari air yang melarutkan butiran yang saling bertabrakan.
<i>Sr</i>	Batupasir berstruktur <i>ripple cross lamination</i>	Pasir sangat halus hingga pasir halus	Berstruktur <i>ripple cross lamination</i> dengan ketebalan kurang dari 5 cm dalam suatu set, berselang-seling dengan <i>bedform</i> yang berbeda.	Terbentuk di bawah kondisi rezim aliran rendah sebagai endapan traksi dari 3D <i>ripples</i> pada sedimen berbutir halus.
<i>Fs, Lt, Wv</i>	Batupasir berstruktur <i>flaser, lenticular, wavy</i> (<i>flaser-lenticular-wavy sandstone interbedded siltstone-shale</i>)	Pasir halus hingga lempung	Laminasi tipis dengan gelombang yang kecil dan tidak teratur. Biasanya didominasi oleh batupasir atau batulempung. Biasa berasosiasi dengan fasies <i>Sm</i>	Suspensi arus traks lemah sebagai endapan <i>tidal flat</i> dan <i>mouth bars</i> .

<i>Cm-Slm</i>	Batu lempung dan batulanau berstruktur masif (<i>massive claystone-siltstone</i>)	Lempung-lanau	Masif, batu lempung warna hitam-coklat dengan sesekali noda siderit dan nodul gampingan. Bioturbasi kemungkinan dijumpai. Batulempung hitam biasanya berlapis tipis sedangkan batulempung berwarna coklat dapat sangat tebal (beberapa meter).	Batulempung hitam adalah hasil dari pengendapan yang tenang, dari endapan-endapan <i>overbank</i> dan <i>channel</i> , sedangkan batulempung coklat merupakan endapan <i>distal delta front</i> hingga <i>prodelta</i> .
---------------	---	---------------	--	--

V.2 Lingkungan pengendapan Satuan batupasir Balikpapan

Dalam menentukan lingkungan pengendapan Satuan batupasir Balikpapan dilakukan dengan melihat litofasies, fasies, asosiasi fasies, lalu menginterpretasikan lingkungan pengendapannya.

Penentuan litofasies dilakukan dengan menggunakan table litofasies modifikasi dari Payenberg 2003.

a. Sm (*Massive Sandstone*).

Merupakan sedimen hasil gravity flow pada *fluvial dominated distributary channel*, sebagai hasil dari suatu timbunan yang runtuh dan atau pergerakan air yang melarutkan butiran yang saling bertabrakan.

Pada daerah telitian litofasies ini di cirikan dengan batupasir sedang-halus dengan struktur masif (Gambar 5.1). Litofasies ini diinterpretasikan diendapkan fasies *crevasse splay* dan mendominasi daerah telitian.

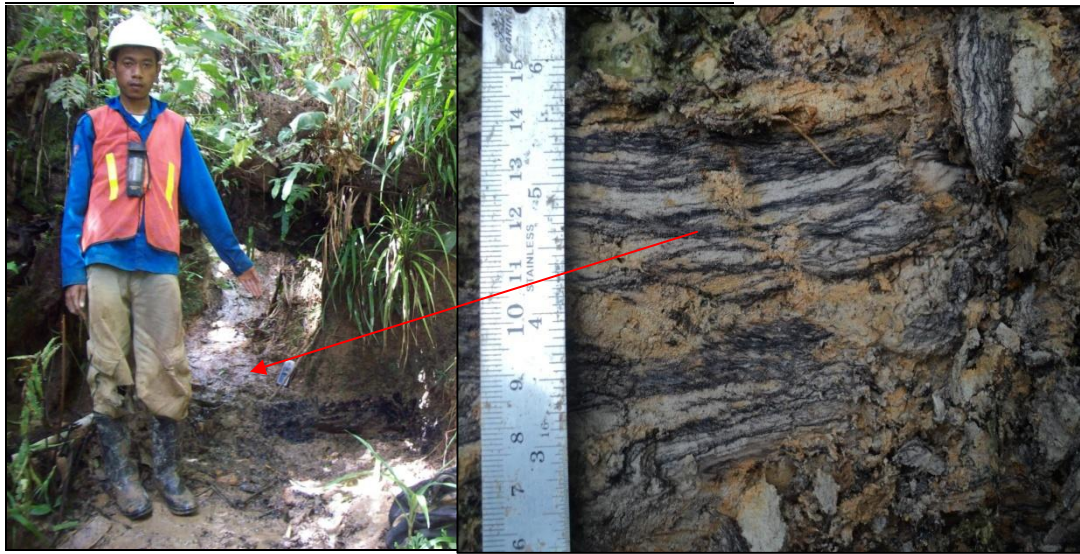


Gambar 5.1 Batupasir dengan struktur masif pada LP 42.

b. Sw (*Wavy lamination carbonan-sandstone*).

Litofasies ini diendapkan dengan mekanisme arus yang lemah, dengan pengaruh dari *tidal flat*. Pola tumpukan *ripple bedding* yang kurang beraturan akan menghasilkan laminasi internal yang kompleks. Struktur seperti itu jelas dihasilkan oleh proses pembentukan gelembur, namun tidak memperlihatkan pola tumpukan yang tetap dan teratur. Lapisan-lapisan batupasir atau batulanau seperti itu disebut *wavy bedding* (dalam Pettihjon, 1957).

Pada daerah telitian litofasies ini dicirikan dengan batupasir yang berinterlaminasi dengan serat carbon, dan membentuk struktur *wavy lamination carbonan* (Gambar 5.2). Diinterpretasikan diendapkan di fasies interdistributary bay.



Gambar 5.2 Batupasir dengan struktur *wavy lamination carbonan* pada LP 66.

c. *Lt (Lenticular-siltstone)*

Laminasi tipis dengan gelombang kecil dan tidak teratur bisa didominasi oleh batulempung dan batupasir. Di endapkan dengan mekanisme arus yang lemah, dengan pengaruh dari *tidal flat*. Jika pasir diangkut di atas dasar yang tidak disusun oleh pasir (misalnya saja dasar yang disusun oleh lumpur), dan jika pasokan pasir tidak memadai untuk dapat membentuk suatu lapisan menerus, pasir itu akan terakumulasi dalam tonjolan-tonjolan terisolasi. Tonjolan-tonjolan itu disebut *starved ripples* oleh sebagian ahli dan tampak pada penampang melintang sebagai lensa-lensa pasir datar-cembung yang tertanam dalam batulumpur. Istilah perlapisan lentikuler (*lenticular bedding*) dipakai oleh Reineck & Wunderlich (1968) untuk menamakan struktur itu, sedangkan Conybeare & Crook (1968) menamakan-nya perlapisan flaser (*flaser bedding*) (Dalam Pettihjon, 1957).

Di daerah telitian litofasies ini dicirikan dengan lanau dengan struktur *lenticular* dan interlaminasi batupasir (Gambar 5.3). Diinterpretasikan di endapkan di fasies *interdistributary bay*.



Gambar 5.3 Batulanau dengan struktur *lenticular* pada LP 37.

d. *Lst (Low angle through cross stratification-sandstone).*

Puncak yang berliku dengan *linguoid dunes* yang dibentuk dibawah penyimpangan pada bagian atas dan bawah kondisi aliran primer pada bagian proximal pada suatu *distributary channel* dengan aliran turbulen. *Initial dip* pada satuan strata silang-siur biasanya kecil, paling hanya 1 atau 2 derajat, dan seringkali tidak terlihat pada satu singkapan tunggal. Ukuran lapisan silang-siur ditentukan oleh ketinggian gumuk, sedangkan morfologinya ditentukan oleh morfologi gelembur (jika berskala kecil) atau oleh morfologi gumuk dan *sand wave* (apabila berskala besar) (Allen, 1963). Gelembur atau *sand wave* yang linier

dan teratur akan menghasilkan stratifikasi silang-siur planar-tabuler sederhana. Gelembur atau *sand wave linguloid* akan menghasilkan stratifikasi silang-siur mangkok (dalam Pettijon, 1957).

Pada daerah telitian lirofasies ini dicirikan dengan litologi batupasir halus-sedang, dengan struktur *low angle trough cross lamination* (Gambar 5.4). Litofasies ini diinterpretasikan diendapkan di fasies *channel*.



Gambar 5.4 Batupasir dengan struktur *through cross lamination* pada LP 52.

e. *Sg (Graded bedding-sandstone)*

Terbentuk akibat adanya *gravity flow* di mana butiran yang lebih kasar terendapkan di bagian bawah, dan bergradasi menjadi lebih halus ke bagian atas. Biasanya terdapat kontak erosional di bagian bawahnya. *Graded bed* merupakan satuan sedimentasi yang ditandai oleh perubahan ukuran partikel penyusun secara berangsur dari bawah ke atas, dimana partikel paling kasar terletak di bawah dan partikel paling halus terletak di atas. *Graded bed* diendapkan dari arus yang sudah kehilangan kemampuannya untuk mengangkut partikel. *Graded bed* memiliki ketebalan yang bervariasi, mulai dari sekitar 1 cm hingga sekitar 1 meter. Partikel-partikel penyusun *graded bed* dapat berupa lanau, pasir, atau pada kasus-kasus

tertentu juga gravel. Kebanyakan *graded bed* merupakan batupasir (biasanya berupa *greywacke* dalam paket endapan purba). Ketebalan *graded bedded sandstone* itu berkisar mulai dari beberapa centimeter hingga sekitar 1 meter. Secara umum, makin tebal suatu *graded unit*, makin kasar material penyusunnya (Potter & Scheidegger, 1966) (dalam Pettihjon, 1957).

Pada daerah telitian litofasies ini dicirikan dengan litologi batupasir, kerikli-pasir halus, dengan struktur *graded bedding*, dan menggerus terhadap lapisan bagian bawahnya (Gambar 5.5). Diinterpretasikan di endapkan di fasies *channel*.



Gambar 5.5 Batupasir kuarsa dengan struktur *graded bedding* pada LP 52

f. *Cm (Massive Claystone)*.

Litofasies ini merupakan hasil pengendapan dengan kondisi yang tenang. Merupakan endapan dari *overbank* dan *channel*.

Di daerah telitian litofasies ini dicirikan dengan batulempung dengan struktur masif (Gambar 5.6). Diinterpretasikan di endapkan di fasies *interdistributary bay*. Juga terdapat batulempung karbonan masif, yang berasosiasi dengan batubara dengan struktur *bedded*, diinterpretasikan di endapkan di fasies *swamp* (Gambar 5.7).



Gambar 5.6 Batulempung dengan struktur masif pada LP 73.



Gambar 5.7 Batulempung yang berasosiasi dengan batubara (kamera menghadap tenggara) pada LP 60.

Dari identifikasi litofasies di atas, telah didapatkan beberapa fasies pengendapan dari Satuan batupasir Balikpapan. Yang terdiri dari fasies *crevasse splay*, *channel*, *interdistributary bay*, dan *swamp*. Berdasarkan asosiasi fasies pengendapan ini, dapat diinterpretasikan bahwa lingkungan pengendapan Satuan batupasir Balikpapan adalah ***Transitional lower delta plain*** (Horne 1978).

V.2.1 Fasies pengendapan lapisan batubara.

Dari penampang stratigrafi terukur, terlihat bahwa fasies pengendapan lapisan batubara pada Satuan batupasir Balikpapan adalah fasies *swamp*. Pada daerah telitian fasies ini dicirikan dengan litologi batulempung karbonan yang berasosiasi dengan batubara berstruktur *bendded*.

Untuk mengetahui pengaruhnya terhadap ketebalan lapisan batubara dibuat korelasi profil dengan datumnya adalah elevasi dan lapisan batubara, penarikan korelasi ini berdasarkan identifikasi singkapan pada seam yang sama, lalu membuat *cropline* dengan menggunakan kontur struktur. Dalam studi ini, penulis menggunakan 2 *seam* batubara yaitu *seam* 9 dan 12. Seam 9 berada pada lintasan Penampang stratigrai 2 sedangkan Seam 12 pada lintasan 3.

V.2.1.1 Seam 9.

Seam 9 diwakili oleh 3 singkapan yaitu LP 86, LP 85, dan LP 76.

a. LP 86

Roof dan *floor* batubara LP 86 memiliki karakteristik yang sama. Penentuan fasies pengendapan batubara pada singkapan LP 86, didasarkan atas karakteristik fisika, kimia, dan biologi dari lapisan tersebut. Aspek fisika berupa batulempung, dengan warna coklat gelap, ukuran lempung, , unsur karbon, *coal string*, silikaan, masif. Aspek kimia berupa unsur karbonan dicirikan dengan warna coklat kehitaman. Aspek biologi berupa coal string. Berdasarkan aspek litologi, *roof* dan *floor* LP 95 merupakan litofasies massive claystone (Modifikasi penulis dari Payenberg, 2003). Litofasies ini terbentuk dengan mekanisme suspensi, pada kondisi reduksi, sebagai produk suatu banjir besar dari endapan *swamp*. Kontak antara *roof-floor* dengan batubara berangsur, sehingga diinterpretasikan proses pengendapannya lambat.

Dari penjelasan di atas dapat diinterpretasikan bahwa fasies pengendapan lapisan batubara LP 86 adalah fasies *swamp*.

b. LP 88

Roof LP 85 :

Penentuan fasies roof batubara pada singkapan LP 85, didasarkan atas karakteristik fisika, kimia, dan biologi dari lapisan tersebut. Aspek fisika berupa batupasir, warna abu-abu cerah, ukuran butir pasir kasar-kerikil, agak membulat-menyudut, terpilah buruk, kemas tertutup, komposisi : kuarsa (fragmen), kuarsa (matrik), plagioklas, biotit, silikaan, *graded bedding*. Aspek kimia berupa silikaan dicirikan dengan warna abu-abu cerah. Aspek biologi tidak ditemukan pada *roof*. Berdasarkan aspek litologi, *roof* LP 85 merupakan litofasies *graded bedding sandstone* (Modifikasi penulis dari Payenberg, 2003). *Roof* LP 85 terbentuk dengan mekanisme arus *gravity*, di mana butiran yang lebih kasar akan di endapkan di bagian dasar. Kontak antara roof dengan batubara berupa kontak erosional. *Lag deposit* berupa batupasir kerikilan dengan stuktur *graded bedding* merupakan ciri umum dari dasar pengendapan sistem *channel*.

Dari penjelasan di atas dapat diinterpretasikan bahwa fasies *roof* lapisan batubara LP 85 adalah fasies *channel*.

Floor LP 85 :

Penentuan fasies *floor* batubara pada singkapan LP 85, didasarkan atas karakteristik fisika, kimia, dan biologi dari lapisan tersebut. Aspek fisika berupa batulempung, dengan warna coklat gelap, ukuran lempung, silikaan, masif. Aspek kimia berupa silikaan dicirikan dengan warna abu-abu. Aspek biologi tidak ditemukan pada *floor*. Berdasarkan aspek litologi, *floor* LP 85 merupakan litofasies *massive claystone* (Modifikasi penulis dari Payenberg, 2003). Litofasies ini terbentuk dengan mekanisme suspensi, pada kondisi reduksi, sebagai produk suatu banjir besar dari endapan *swamp*. Kontak antara *floor* dengan batubara tegas, sehingga diinterpretasikan proses pengendapannya cepat.

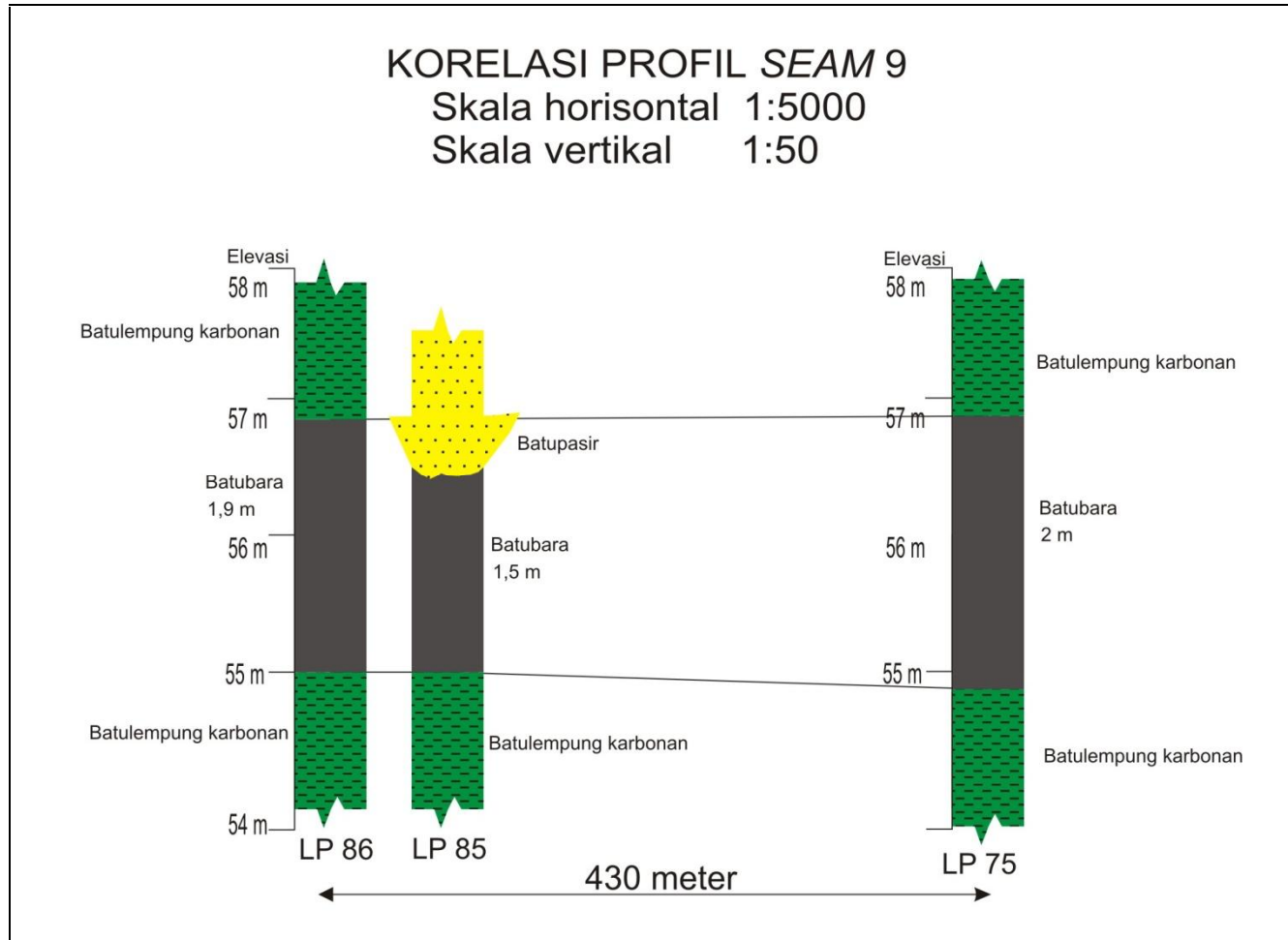
Dari penjelasan di atas dapat diinterpretasikan bahwa fasies pengendapan lapisan batubara LP 85 adalah fasies *swamp*.

c. LP 76

Roof LP 76 :

Roof dan *floor* batubara LP 76 memiliki karakteristik yang sama. Penentuan fasies pengendapan batubara pada singkapan LP 76, didasarkan atas karakteristik fisika, kimia, dan biologi dari lapisan tersebut. Aspek fisika berupa batulempung, dengan warna coklat gelap, ukuran lempung, , unsur karbon, *coal string*, silikaan, masif. Aspek kimia berupa unsur karbonan dicirikan dengan warna coklat kehitaman. Aspek biologi berupa *coal string*. Berdasarkan aspek litologi, *roof* dan *floor* LP 95 merupakan litofasies massive claystone (Modifikasi penulis dari Payenberg, 2003). Litofasies ini terbentuk dengan mekanisme suspensi, pada kondisi reduksi, sebagai produk suatu banjir besar dari endapan *swamp*. Kontak antara *roof-floor* dengan batubara berangsur, sehingga diinterpretasikan proses pengendapannya lambat.

Dari penjelasan di atas dapat diinterpretasikan bahwa fasies pengendapan lapisan batubara LP 76 adalah fasies *swamp*.



Gambar 5.8 Korelasi Seam 9.

V.2.1.2 Seam 12.

Seam 12 diwakili oleh 3 singkapan yaitu LP 97, LP 45, dan LP 46.

a. LP 97

Roof dan *floor* batubara LP 97 memiliki karakteristik yang sama. Penentuan fasies *roof-floor* batubara pada singkapan LP 97, didasarkan atas karakteristik fisika, kimia, dan biologi dari lapisan tersebut. Aspek fisika berupa batulempung, dengan warna coklat gelap, ukuran lempung, unsur karbon, *coal string*, silikaan, masif. Aspek kimia berupa unsur karbonan dicirikan dengan warna coklat kehitaman. Aspek biologi berupa *coal string*. Berdasarkan aspek litologi, *roof* dan *floor* LP 97 merupakan litofasies massive claystone (Modifikasi penulis dari Payenberg, 2003). Litofasies ini terbentuk dengan mekanisme suspensi, pada kondisi reduksi, sebagai produk suatu banjir besar dari endapan *swamp*. Kontak antara *roof-floor* dengan batubara berangsur, sehingga diinterpretasikan proses pengendapannya lambat.

Dari penjelasan di atas dapat diinterpretasikan bahwa fasies *roof* dan *floor* lapisan batubara LP 97 adalah fasies *swamp*.

b. LP 45

Roof dan *floor* batubara LP 45 memiliki karakteristik yang sama. Penentuan fasies *roof-floor* batubara pada singkapan LP 45, didasarkan atas karakteristik fisika, kimia, dan biologi dari lapisan tersebut. Aspek fisika berupa batulempung, dengan warna coklat gelap, ukuran lempung, , unsur karbon, silikaan, masif. Aspek kimia berupa unsur karbonan dicirikan dengan warna coklat kehitaman. Aspek biologi tidak ditemukan. Berdasarkan aspek litologi, *roof* dan *floor* LP 45 merupakan litofasies massive claystone (Modifikasi penulis dari Payenberg, 2003). Litofasies ini terbentuk dengan mekanisme suspensi, pada kondisi reduksi, sebagai produk suatu banjir besar dari endapan *swamp*. Kontak antara *roof-floor* dengan batubara berangsur, sehingga diinterpretasikan proses pengendapannya lambat.

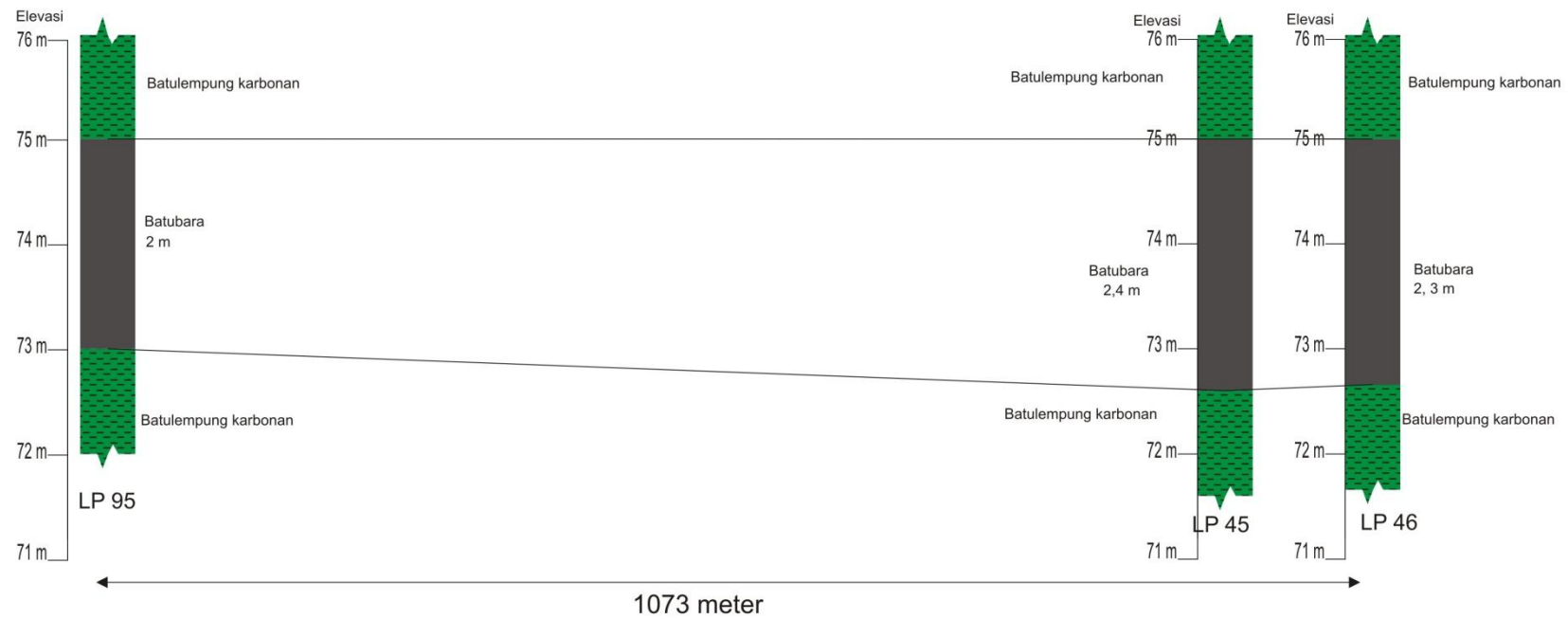
Dari penjelasan di atas dapat diinterpretasikan bahwa fasies *roof* dan *floor* lapisan batubara LP 45 adalah fasies *swamp*.

c. LP 46

Roof dan *floor* batubara LP 46 memiliki karakteristik yang sama. Penentuan fasies *roof-floor* batubara pada singkapan LP 46, didasarkan atas karakteristik fisika, kimia, dan biologi dari lapisan tersebut. Aspek fisika berupa batulempung, dengan warna coklat gelap, ukuran lempung, , unsur karbon, silikaan, masif. Aspek kimia berupa unsur karbonan dicirikan dengan warna coklat kehitaman. Aspek biologi tidak ditemukan. Berdasarkan aspek litologi, *roof* dan *floor* LP 46 merupakan litofasies massive claystone (Modifikasi penulis dari Payenberg, 2003). Litofasies ini terbentuk dengan mekanisme suspensi, pada kondisi reduksi, sebagai produk suatu banjir besar dari endapan *swamp*. Kontak antara *roof-floor* dengan batubara berangsur, sehingga diinterpretasikan proses pengendapannya lambat.

Dari penjelasan di atas dapat diinterpretasikan bahwa fasies *roof* dan *floor* lapisan batubara LP 46 adalah fasies *swamp*.

KORELASI PROFIL SEAM 12
 Skala horizontal 1:5000
 Skala vertikal 1:50



Gambar 5.10 Korelasi Seam 12.

V.3 Ketebalan lapisan batubara

Ketebalan sangat berpengaruh dalam perhitungan cadangan serta proses produksi batubara. Lapisan batubara mempunyai ketebalan yang bervariasi, dan kadang pada jarak yang pendek atau dekat sekalipun. Faktor utama yang menyebabkan variasi ini adalah kondisi cekungan dan lingkungan pengendapan tempat terbentuknya batubara tersebut. Proses *syn* dan *post depositional* juga mempengaruhi variasi ketebalan lapisan batubara.

Dari korelasi *seam* 9 dan 12 terlihat bahwa terjadi sedikit perubahan ketebalan pada lapisan batubara. Hal ini bisa terjadi karena perbedaan morfologi pada saat pembentukan lapisan batubara tersebut. Khusus untuk *seam* 9 juga terjadi proses *post depositional* berupa pembentukan *channel* yang ikut menyebabkan perubahan ketebalan.

Tabel 5.2 Data ketebalan pada *seam* 9 dan 12

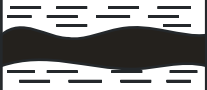







<i>Seam</i>	LP	Ketebalan (meter)
9	86	1,9
	85	1,5
	76	2
12	95	2
	45	2,4
	46	2,3

Dari penjelasan di atas, terlihat bahwa batubara pada fasies *swamp* di daerah telitian memiliki ketebalan dengan sedikit perbedaan atau dengan kata lain ketebalannya relatif sama. Maka dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa di daerah telitian, lingkungan pengendapan *transitional lower delta plain* dengan fasies *swamp* secara lateral membentuk lapisan batubara dengan ketebalan yang relatif sama. Ketebalan batubara bisa berkurang akibat adanya *washout* oleh *channel*.

Selain itu proses *post depositinal* berupa pembentukan *channel* turut mengakibatkan terjadinya perbedaan ketebalan pada *seam* 9.

Tabel 5.3 Tabel variasi ketebalan lapisan batubara

(Coal Exploratioan, evaluation and exploration, 1987)

Type	Subtype	Cross section	Frequency
Depositional	Due to differentiated rate of coal accumulation		Common
	Due to synsedimentary basin morphologi		Common
	Due to synsedimentary subsidence (splitting)		Common
	Due to synsedimentary erosion		Rather rare
	Due to synsedimentary faulting		Rare
	Due to synsedimentary karst		Rare
Pos depositional	Erosional		Common
	Tectonic		Rather rare

V.4 Pengaruhnya terhadap dunia pertambangan

Proses *post-depositional* yang berupa pembentukan *channel* menghasilkan fenomena *washout*. *Washout* merupakan masalah utama dalam operasi penambangan, yaitu ketebalan lapisan batubara berkurang atau tidak menerusnya lapisan batubara akibat terpotong *washout*. Selain itu keberadaan material batupasir ini akan mengakibatkan kesulitan dalam penggalian batubara dengan menggunakan alat berat.

BAB VI

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian lapangan serta pembahasan, maka pada daerah telitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Daerah telitian secara geomorfologi dapat di bagi menjadi 2 bentuk asal, yaitu bentuk asal Fluvial yang terdiri dari satuan geomorfik dataran bekas rawa dan satuan geomorfik tubuh sungai, serta bentuk asal Struktural yang terdiri dari satuan geomorfik perbukitan homoklin.
2. Stratigrafi dapat dibagi menjadi 4 satuan batuan, berturut-turut dari tua ke muda yaitu Satuan batupasir-kuarsa Balikpapan, Satuan batupasir-Balikpapan, Satuan batupasir Kampungbaru, di mana ketiga satuan ini diendapkan pada lingkungan *transitional lower delta plain*, dan Satuan endapan Aluvial yang diendapkan di lingkungan darat.
3. Berdasarkan data kedudukan lapisan batuan, corople batubara, dan penampang geologi, maka struktur geologi yang berkembang di daerah telitian adalah struktur homoklin.
4. Di daerah telitian, lingkungan pengendapan *transitional lower delta plain* dengan fasies *swamp* secara lateral membentuk lapisan batubara dengan ketebalan yang relatif sama. Ketebalan menjadi berkurang karena adanya *washout* oleh *channel*.
5. Pengaruh lingkungan pengendapan ini dapat menjadi masalah baik dalam kegiatan eksplorasi, maupun pada kegiatan eksploitasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Boggs, Sam, 1987, *Principles of Sedimentary and Stratigraphy*, Merrill Publishing Company, Ohio
- Horne, J.C, 1978, *Depositional Models in Coal Exploration and Mine Planning in Appalachian Region*, The American Association of Petroleum Geologist Bulletin. vol. 62, no. 12, pp. 2279 – 2411.
- Jeremic, M.L., 1985, *Strata Mechanic in Coal Mining*, A. A. Balkema, Rotterdam.
- Koesoemadinata R. P., 1981, *Prinsip-Prinsip Sedimentasi*, Departemen Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung.
- Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia, 1996, *Sandi Stratigrafi Indonesia*, IAGI, Jakarta
- Kuncoro, P. B., 1996, *Model Pengendapan Batubara Untuk Menunjang Eksplorasi Dan Perencanaan Penambangan*, Program Pascasarjana, ITB, Bandung.
- Muchsin, S., Samuel, L., 1975, *Stratigraphy and Sedimentation in The Kutai Basin, Kalimantan*, Proceedings of Indonesian Petroleum Association, 4th Annual Convention, Jakarta, Indonesia
- Ott H.L., 1987, *The Kutai Basin – A Unique Structural History*, Proceeding of the Indonesian Petroleum Association, 16th Annual Convention, Jakarta, Indonesia
- Payenberg, T.H.D., Lang S.C., Wibowo, B., 2003, *Discriminating Fluvial From Deltaic Channels*, Proceeding of the Indonesian Petroleum Association, 29th Annual Convention, & Exhibition, Jakarta, Indonesia.
- Pettijohn, F.J., 1957, *Sedimentary Rock*, Harper and Brother, New York.
- Rose, R., Hartono, P., 1978, *Geological Evolution Of The Tertiary Kutei-Melawi Basin Kalimantan Indonesia*, Proceeding of the Indonesian Petroleum Association, 7th Annual Convention, Jakarta, Indonesia

- Selley, C. Richard, 2000, *Applied Sedimentology* Fourth Edition, ACADEMIC PRESS, San Diego, California.
- Sukandarrumidi, 2008, *Batubara Dan Gambut*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Supriatna S., Sukardi R., Rustandi E., 1995, *Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, Indonesia.
- Thomas Larry, 2002, *Coal Geology*, John Wiley & Sons Ltd, England.
- Tucker, E. Maurice, 2003, *Sedimentary Rocks in the Field* Third Edition, John Wiley & Sons Ltd, England.
- United Nations. Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, *Coal Exploration, Evaluation and Eexploitation Volume 5 dari ESCAP series on coal*, Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, United Nations, 1987
- Van Bemmelen, R.W., 1949, *The Geology of Indonesia-Volume I A, General Geology*, The Hague, Martinus Nijhoff, h.325.
- Verstappen, 1985, *Geomorphological Surveys for Environmental Development*, Elsevier Science Publishing Company Inc, Amsterdam
- Ward, C.R., 1984, *Coal Geology and Coal Technology*, Blackwell Scientific Publications, Singapore.
- Wiliams, H., Turner, F.J., and Gilbert, C.M., 1954, *Petrography an introducing to study of rocks in thin section*, W.H. Freeman and Company Inc., San Fransisco.
- Zuidam, R.A van, and Zuidam Cancelado. FI, 1983, *Terrain Analysis an Classification Using Aerial Photographs A Geomorphological, Approach ITC*, Textbook.

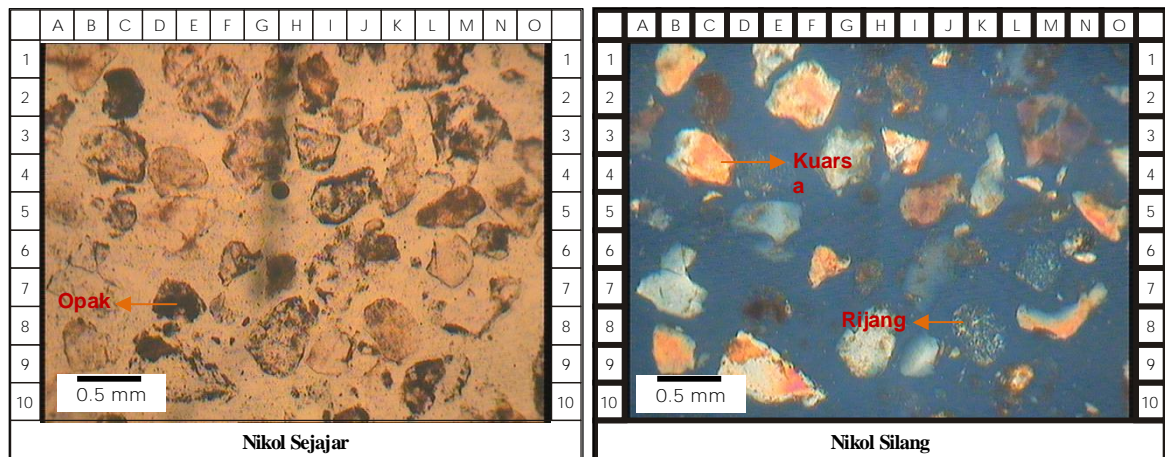
LAMPIRAN-LAMPIRAN

SAYATAN A3

Kode Sayatan : V3 LP16

Perbesaran : 40X

FOTO SAYATAN TIPIS



Deskripsi Mikroskopis :

Sayatan tipis batuan sedimen, warna putih kecoklatan, tekstur klastik, didukung oleh butiran (*grain supported*), ukuran butir antara 0,25 – 0,8 mm, bentuk butiran agak membundar – agak menyudut, terpilah baik, kemas terbuka dan tersusun oleh mineral kuarsa (58%), *Mud* (20%), Rijang (10%), mineral opak (8%), dan mineral lempung (4%).

Komposisi Mineral :

- Kuarsa (58%), tidak berwarna, bentuk butir agak membundar - agak menyudut, ukuran butir 0,3 – 0,75 mm, hadir merata didalam sayatan sebagai fragmen dan matrik.
- *Mud* (20%), warna coklat – tidak berwarna, ukuran butir < 0,004 mm, hadir merata didalam sayatan sebagai matrik.
- Rijang (10%), putih kecoklatan, bentuk butir agak membundar - membundar, ukuran butir 0,2 – 0,6 mm, hadir setempat-setempat didalam sayatan sebagai fragmen.
- Mineral opak (8%), warna hitam, ukuran mineral 0,05 - 0,3 mm, bentuk butir agak membundar, hadir merata dalam sayatan sebagai fragmen dan matrik.
- Mineral Lempung (4%), warna coklat tua, ukuran butir 0,3 - 0,6 mm, hadir merata didalam sayatan sebagai fragmen dan matrik.

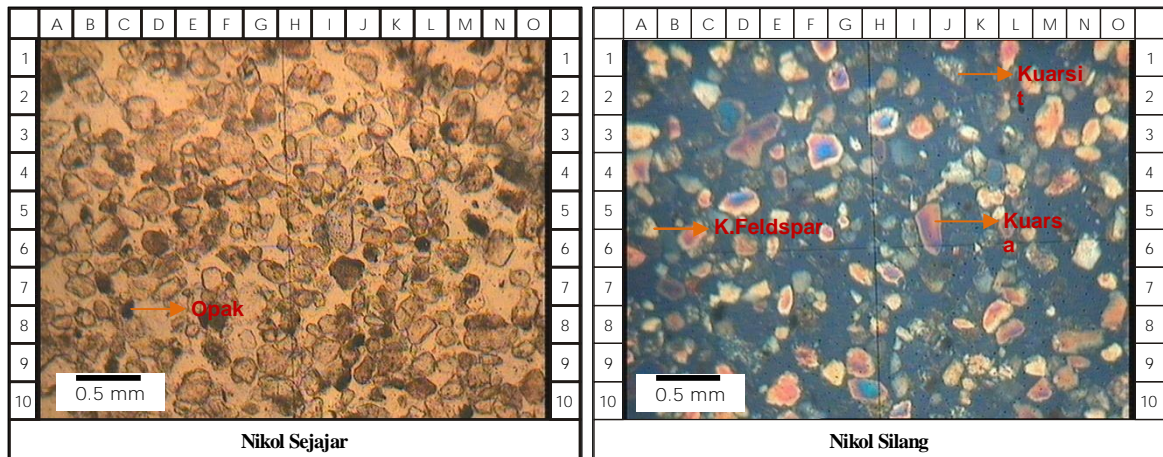
Berdasarkan klasifikasi Gilbert (1954), didapatkan nama batumannya ***Quartz Wacke***.

SAYATAN A2

Kode Sayatan : V2 LP 62

Perbesaran : 40X

FOTO SAYATAN TIPIS



Deskripsi Mikroskopis :

Sayatan tipis batuan sedimen, warna putih, tekstur klastik, didukung oleh butiran (*grain supported*), ukuran butir antara 0,02 – 0,35 mm, bentuk butiran agak membundar – agak menyudut, terpilah baik, kemas tertutup dan tersusun oleh mineral kuarsa (53%), mineral kuarsit (17%), mineral lempung (15%) mineral opak (9%), dan mineral k.feldspar (6%).

Komposisi Mineral :

- Kuarsa (53%), tidak berwarna, bentuk butir agak membundar - agak menyudut, ukuran butir 0,1 – 0,35 mm, hadir merata didalam sayatan sebagai fragmen dan matrik.
- Kuarsit (17%), tidak berwarna, bentuk butir agak membundar - agak menyudut, ukuran butir 0,05 – 0,2 mm, hadir merata didalam sayatan sebagai fragmen dan matrik.
- Mineral Lempung (15%), warna coklat tua, ukuran butir 0,01 – 0,02 mm, hadir merata didalam sayatan sebagai matrik.
- Mineral opak (9%), warna hitam, ukuran mineral 0,02 - 0,04 mm, bentuk butir membundar - agak membundar, hadir merata dalam sayatan sebagai fragmen dan matrik.
- K.Feldspar (6%), warna putih, bentuk butir agak membundar - membundar, ukuran butir 0,05 – 0,25 mm, hadir setempat-setempat didalam sayatan sebagai fragmen dan matrik.

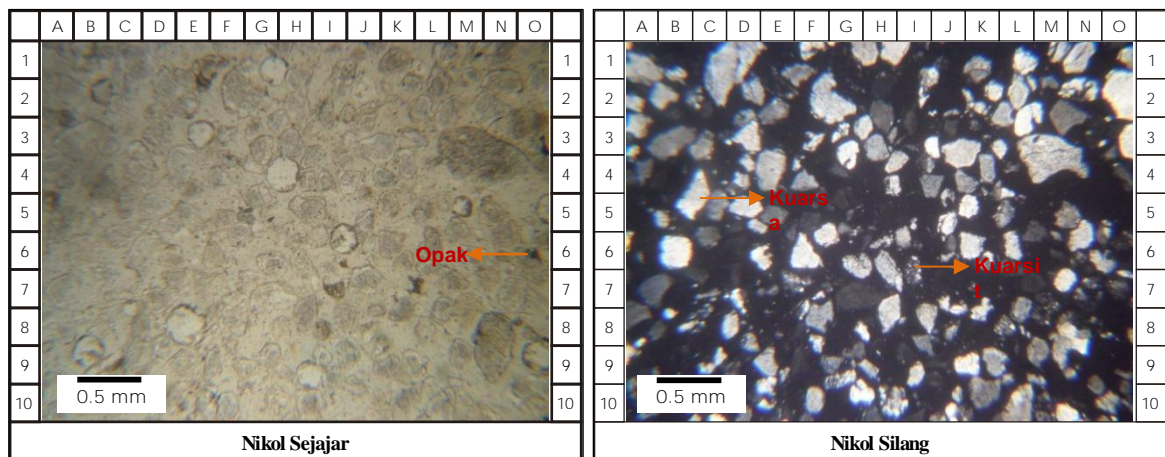
Berdasarkan klasifikasi Gilbert (1954), didapatkan nama batumannya *Subfeldspatic Wacke*.

Sayatan A1

Kode Sayatan : V1 LP110

Perbesaran : 40X

FOTO SAYATAN TIPIS



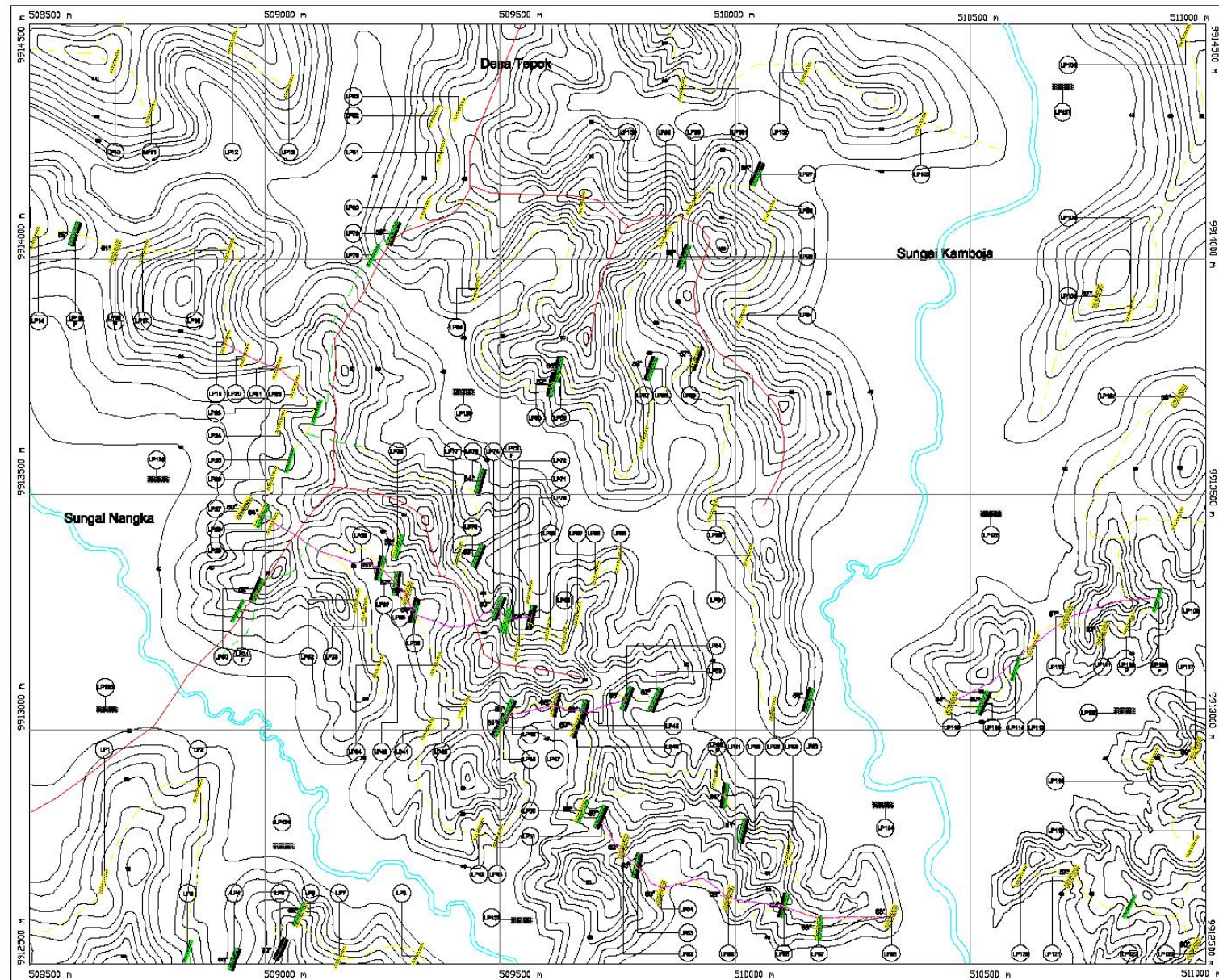
Deskripsi Mikroskopis :

Sayatan tipis batuan sedimen, warna putih, tekstur klastik, didukung oleh butiran (*grain supported*), ukuran butir antara 0,1 – 0,5 mm, bentuk butiran agak membundar – agak menyudut, terpilah baik, kemas terbuka dan tersusun oleh mineral kuarsa (72%), kuarsit (23%), *Mud* (4%), dan mineral opak (1%).

Komposisi Mineral :

- Kuarsa (72%), tidak berwarna, bentuk butir membundar - agak menyudut, ukuran butir 0,1 – 0,5 mm, hadir merata didalam sayatan sebagai fragmen dan matrik.
- Kuarsit (23%), tidak berwarna, bentuk butir agak membundar - agak menyudut, ukuran butir 0,1 – 0,3 mm, hadir merata didalam sayatan sebagai fragmen dan matrik.
- *Mud* (4%), warna coklat – tidak berwarna, ukuran butir < 0,004 mm, hadir merata didalam sayatan sebagai matrik.
- Mineral opak (1%), warna hitam, ukuran mineral 0,03 - 0,1 mm, bentuk butir membundar - agak membundar, hadir setempat-setempat dalam sayatan sebagai fragmen dan matrik.

Berdasarkan klasifikasi Gilbert (1954), didapatkan nama batumannya *Quartz Areni*



**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA
2011**

**PETA LINTASAN DAN LOKASI PENGAMATAN
DAERAH TEPOK DAN SEKITARNYA,
KECAMATAN LOA JAHAN, KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA,
KALIMANTAN TIMUR**

U

SKALA 1 : 5.000

50 100 150 200 250 300 m
1 2 3 4 5 6 cm

OLEH :
SERVANUS BERNABAS META
111 070 081

Keterangan:

	Kedudukan lapisan batuan		Batu pasir
	Lokasi pengamatan		Batu lempung
	Lokasi pengambilan sampel petrografi		Batu pasir
	Lokasi pengambilan sampel erosis fosil		Batu pasir
	Sungai		Batu bara
	Jalan setapak		Coaly clay
	Kontur dan nilai kontur		Jalur MS
			Lintasan pengamatan

PETA INDEKS

